

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GENÉTICA E MELHORAMENTO

SÉPHORA NEVES DA SILVA

DIVERSIDADE DE GENÓTIPOS DE GOIABEIRAS POR
CARACTERES VEGETATIVOS E REPRODUTIVOS

ALEGRE - ES

2017

SÉPHORA NEVES DA SILVA

**DIVERSIDADE DE GENÓTIPOS DE GOIABEIRAS POR
CARACTERES VEGETATIVOS E REPRODUTIVOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Genética e Melhoramento, na área de concentração em Biotecnologia.
Orientadora: Prof.^a Dra. Marcia Flores da Silva Ferreira.

ALEGRE, ES

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

S586d Silva, Séphora Neves da, 1985-
Diversidade de genótipos de goiabeiras por caracteres vegetativos e reprodutivos / Séphora Neves da Silva. – 2017.
88 f. : il.

Orientador: Marcia Flores da Silva Ferreira.

Coorientador: Adésio Ferreira.

Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Goiaba. 2. Plantas - Reprodução. 3. Plantas - Melhoramento Genético. 4. Poda. I. Ferreira, Marcia Flores da Silva. II. Ferreira, Adésio. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU:631.523

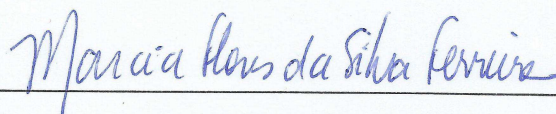
SÉPHORA NEVES DA SILVA

**DIVERSIDADE DE GENÓTIPOS DE GOIABEIRAS POR CARACTERES
VEGETATIVOS E REPRODUTIVOS**

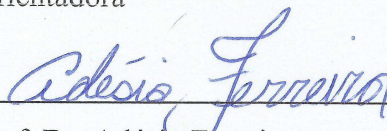
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Genética e Melhoramento.

Aprovada em 12 de junho de 2017.

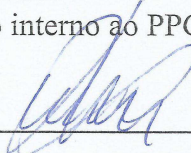
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.^a Dra. Marcia Flores da Silva Ferreira
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora



Prof. Dr. Adésio Ferreira
Universidade Federal do Espírito Santo
Coorientador
Membro interno ao PPGGM



Prof. Dr. José Carlos Lopes
Universidade Federal do Espírito Santo
Membro externo ao PPGGM



Prof. Dr. Tércio da Silva de Souza
Instituto Federal do Espírito Santo
Membro externo a Universidade Federal do Espírito Santo

Aos meus pais, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde e sabedoria para enfrentar as dificuldades, principalmente mostrando-me as saídas que eu não consigo enxergar.

Ao Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo - FAPES, pela bolsa de doutorado e apoio financeiro deste trabalho.

À minha orientadora, Prof. Dra. Marcia Flores da Silva Ferreira e ao meu coorientador Prof. Dr. Adésio Ferreira, pela oportunidade em ser orientada por vocês. Agradeço os ensinamentos, contribuições, por terem acreditado em mim e na minha capacidade, por mostrarem meus defeitos e elogiarem minhas virtudes, pela dedicação, empenho e carinho. Esta Tese também é resultado da confiança e da força de vocês depositada em mim. Gratidão!

Aos Professores, Dra. Marcia Flores da Silva Ferreira, Dr. Adésio Ferreira, Dr. José Carlos Lopes e Dr. Tércio da Silva de Souza por aceitarem participar na banca examinadora desta Tese, que é fruto de muito trabalho, dedicação e aprendizado. Agradeço a oportunidade de poder desfrutar do conhecimento de excelentes profissionais como vocês, enriquecendo este trabalho.

Aos demais professores, técnicos e funcionários da Universidade Federal do Espírito Santo, que contribuíram direta ou indiretamente para a minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Aos meus pais, pelo sacrifício, dedicação, pela abdicação de tempo e de muitos projetos pessoais para que eu tivesse a oportunidade de estudar e de ter uma boa formação profissional e pessoal. Eu devo tudo que sou a vocês! Se cheguei até aqui, foi porque vocês seguraram as minhas mãos, me educaram com amor, apoiaram minha caminhada, principalmente sustentando-me nos momentos mais difíceis, aguentando o meu estresse e os períodos de ausência.

Ao meu noivo Gustavo, pelos inúmeros abraços reconfortantes nos momentos de desespero, por todo carinho e paciência comigo. Seu apoio incondicional, suas palavras de incentivos me deram coragem para lutar e não desanimar.

Aos meus familiares e amigos, por sempre apoiarem meus estudos, fase muito importante em minha vida.

À família Alvarez, em especial a Regina, Eduardo, Rogério, Vera e Maria Helena, agradeço a força me dada. Foi com esta força que eu consegui derrubar os obstáculos que surgiram nesta caminhada.

Aos amigos da UFES, por todos os momentos de alegria compartilhados, em especial, aos meus irmãos de laboratório: Carolina, José Henrique, Tiago Souza, Matheus, Liana Mengarda, Luína Noia, Paula Mauri, Paula Vieira, Clemilton Alves, Ana Beatriz Passos, Lidiane, Cíntia e Ramon, pela amizade, companheirismo e ajuda. Uma equipe de trabalho fantástica! Trabalhar ao lado de pessoas maravilhosas, companheiras e generosas, foi um privilégio. Agradeço as conquistas que alcançamos juntos e as dificuldades que conseguimos superar. Foram muitos momentos compartilhados que jamais esquecerei. Grata eternamente por tudo o que vocês fizeram por mim!

Ao Instituto Federal do Espírito Santo – Ifes, a Diretora do Campus de Alegre, Maria Valdete e aos demais colegas de trabalho, em especial, Angela, Juliana, Deila, Rômulo, Sobreira, Aline, Valdenise, Josy, Adriana, Prof^a. Sâmia e Prof. Carlos Humberto, pelo apoio e suporte dado para eu conseguir finalizar a tese.

Aos amigos José Claudio, Rosa, Chico, Deyse e família, por possibilitarem a realização do experimento na propriedade de vocês, fornecendo todo apoio que precisávamos, sempre com muito carinho e atenção. Sinto saudades!

Aos amigos Sr. Corti, Dona Isabel e Sr. Erli Ropke, juntamente a empresa Frucafé e seus funcionários, pelos ensinamentos técnicos em campo e por todo apoio fornecido.

E por fim, a todos aqueles que direta ou indiretamente fizeram parte desta vitória, o meu muito obrigado!

“Combati o bom combate, terminei minha
carreira, guardei a fé” (2 Timóteo 4:7).

RESUMO

SILVA, Séphora Neves da. **Diversidade de genótipos de goiabeiras por caracteres vegetativos e reprodutivos**. 2017. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal do Espírito Santo. Orientadora: Dra. Marcia Flores da Silva Ferreira. Coorientador: Dr. Adésio Ferreira.

A produção de goiaba está relacionada ao florescimento e a frutificação das plantas. Conhecimentos sobre a diversidade dos genótipos de goiabeiras durante o ciclo produtivo, nas fases vegetativa e reprodutiva, assim como sobre a viabilidade polínica, são necessárias no cultivo dos genótipos visando à melhoria da produção e da qualidade dos frutos. Estas informações também podem ser usadas em programas de melhoramento da cultura, na obtenção de genótipos superiores. Com este trabalho objetivou-se conhecer a diversidade de goiabeiras por características vegetativas e reprodutivas durante o ciclo de produção em duas épocas de podas, assim como estudar a viabilidade polínica em diferentes ambientes e ciclos de produção. A diversidade de goiabeiras foi estimada pela análise temporal de sete caracteres vegetativos e oito reprodutivos em 22 genótipos e em duas podas de produção (verão e inverno), assim como por marcadores microssatélites e informações quanto à ocorrência de patógenos e pragas em campo. Por meio de análises de agrupamentos foram observados padrões de comportamento vegetativo, reprodutivo e de possível resistência em campo, bem como de polimorfismos moleculares. A diversidade genética avaliada por marcadores moleculares contribuiu para a identificação de padrões da similaridade genética e morfológica nos genótipos Cortibel 7 e 8, que foram os mais similares. O comportamento dos genótipos foi influenciado pela época de poda. O genótipo Cortibel 8 apresentou um curto ciclo de florescimento e frutos grandes nas duas podas. Cortibel 11 apresentou maior possibilidade de resistência a patógenos e pragas. A viabilidade polínica foi obtida para os 22 genótipos em dois ciclos de produção e em dois ambientes por métodos colorimétricos. Parâmetros genéticos foram estimados por modelos mistos. A viabilidade polínica dos genótipos foi alta e influenciada pelo ambiente nas primeiras safras. Em conjunto, os resultados trazem informações relevantes para a cultura, pela influência das características avaliadas na produção e na qualidade de frutos de goiabeiras.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., podas de verão e inverno, ciclos de produção, melhoramento de plantas, seleção de plantas.

ABSTRACT

SILVA, Séphora Neves da. **Diversity of guava genotypes based on vegetative and reproductive traits.** 2017. Thesis (Doctorate in Genetics and Plant Breeding). Federal University of Espírito Santo. Advisor: Dra. Marcia Flores da Silva Ferreira. Co-advisors: Dr. Adésio Ferreira.

The guava crop yield is influenced by plant flowering and fruiting stages. Additional knowledge is needed on the diversity of guava genotypes during the vegetative and reproductive stages as well as on pollen viability. This information will help to identify crop management practices aiming to improve fruit production and quality. This information can also be used in breeding programs in the selection of high quality genotypes. The objective of this work was to investigate the diversity of guava genotypes, expressed by vegetative and reproductive characteristics during the crop cycle in two pruning seasons, as well as to study pollen viability under different growing seasons and locations. The guava genotype diversity was verified by the temporal evaluation of seven vegetative characters and eight reproductive traits for 22 genotypes and two production pruning: summer and winter. In addition, the crop diversity was also assessed using microsatellite markers and based on the occurrence of pests and diseases in the field. Cluster analyzes were used to identify patterns of vegetative and reproductive plant behavior, possible pest and disease resistance and molecular polymorphisms. The genetic diversity, evaluated through molecular markers, allowed the identification of similar genetic and morphological patterns for the genotypes Cortibel 7 and 8, which were the most similar among all guava genotypes. The genotypic behavior was influenced by the pruning period. The genotype Cortibel 8 showed a short flowering cycle and large fruit sizes for the two pruning periods. Cortibel 11 showed a possible resistance to pests and diseases. The pollen viability was obtained using colorimetric methods for the 22 genotypes during two growing seasons and two locations. Genetic parameters were estimated using mixed models. The genotype pollen viability was high and influenced by the environment conditions during the first growing seasons. Overall, those results provide relevant information for the guava crop, considering the importance of the reproductive and fruit quality parameter evaluated.

Keywords: *Psidium guajava* L., Summer and winter pruning, production cycles, plant breeding, Plant selection.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I - Diversidade de goiabeiras por caracteres vegetativos e reprodutivos, ocorrência de patógenos e por marcadores em dois ciclos de produção: verão e inverno.....	22
Figura 1. Diversidade de goiabeiras baseada em informações fenotípicas avaliadas na fase vegetativa durante o ciclo de produção no verão e no inverno. Dendograma obtido pelo método UPGMA, a partir das medidas de dissimilaridade entre 22 acessos de goiabeira, baseado na distância Euclidiana média padronizada, com pontos de corte em 58% do nível de fusão, segundo Mojena (1977).....	33
Figura 2. Gráfico radar demonstrando a variação no comportamento fenotípico de 22 genótipos de goiabeira observados em dois ciclos de produção pela avaliação de caracteres na fase vegetativa: incremento do diâmetro do ramo ortotrópico (IDO) e plagiotrópicos (IDP); distância dos entrenós nos brotos (DEB) e nos ramos plagiotrópicos (DEP); incremento médio dos ramos do ano (IRA); número de brotos do ramo do ano (NBRA); comprimento de brotos do ramo no ano (CBRA). Podas realizadas no verão (PV) e no inverno (PI).....	35
Figura 3. Presença das variáveis reprodutivas botão floral, flor aberta e fruto, avaliadas em 22 genótipos de goiabeira durante o ciclo de produção com poda realizada no verão e no inverno.....	38
Figura 4. Diversidade de goiabeiras baseada em informações fenotípicas na fase reprodutiva com dendograma obtido pelo método UPGMA, a partir das medidas de dissimilaridade entre 22 acessos de goiabeira, baseado na distância Euclidiana média padronizada, com pontos de corte em 48% do nível de fusão, segundo Mojena (1977).....	40
Figura 5. Gráfico radar demonstrando a variação no comportamento fenotípico de 22 genótipos de goiabeira observado em dois ciclos de produção pela avaliação de caracteres nas fases reprodutivas: número de botão floral (NBF); número de flor aberta (NFA); número de frutos (NFR); comprimento de frutos diâmetro de frutos (DF). Podas realizadas no verão (PV) e no inverno (PI).....	41
Figura 6. Representação da duração das fases vegetativa (Veg) e reprodutiva (Rep) do ciclo de produção de goiabeira. O valor de 100% corresponde a 225 dias após a poda de verão e 215 dias após a poda de inverno.....	43
Figura 7. Presença da ocorrência de ferrugem, cochonilha, percevejo, psílideo e galhos rachados, em campo, avaliada em 22 genótipos de goiabeira durante o ciclo de produção com poda realizada no verão e no inverno.....	44
Figura 8. Diversidade de goiabeira baseada em informações fenotípicas relacionada a patógenos e pragas com dendograma obtido pelo método UPGMA, a partir das medidas de dissimilaridade entre 22 acessos de goiabeira, baseado na distância Euclidiana média padronizada, com pontos de corte em 75% do nível de fusão, segundo Mojena (1977).....	46

Figura 9. Diversidade de goiabeira baseada em análises por marcadores microsatelites com dendograma obtido pelo método UPGMA, a partir das medidas de dissimilaridade entre 22 acessos de goiabeira, baseado na distância Euclidiana, com pontos de corte em 58% do nível de fusão, segundo Mojena (1977).....	47
--	----

ARTIGO II - Genetic parameters of pollen viability in guava (<i>Psidium guajava</i> L.).	66
---	-----------

Figure 1. Viable (black arrows) and non-viable pollen (dotted arrows) of <i>Psidium guajava</i> L. by three staining methods: Alexander (A), Lugol (B) and Orcein (C).....	69
--	----

Figure 2. Graphic presenting the means, upper and lower limits and mean +/- standard deviation of the pollen viability for 22 guava tree genotypes, harvests of 2013, 2014 and 2015.....	72
--	----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I - Diversidade de goiabeiras por caracteres vegetativos e reprodutivos, ocorrência de patógenos e por marcadores em dois ciclos de produção: verão e inverno.....	22
Tabela 1. Médias das plantas para as variáveis (Var) fenotípicas avaliadas em 22 genótipos de goiabeiras nas fases vegetativas (Veg) e reprodutivas (Rep) durante o ciclo de produção com a poda realizada no verão (PV) e no inverno (PI).....	31
Tabela 2. Correlação canônica para os caracteres vegetativos e reprodutivos de 22 genótipos de goiabeira obtida a partir de dados avaliados durante o ciclo de produção com a poda realizada no verão e no inverno.....	36
ARTIGO II - Genetic parameters of pollen viability in guava (<i>Psidium guajava</i> L.).	66
Table 1. Mean phenotype percentage of the pollen viability in 22 guava tree genotypes in three harvests, carried out by staining methods using Alexander's, Lugol or Orcein solutions.....	71
Table 2. Likelihood ratio test for pollen viability in guava trees performed by staining methods using Alexander's, Lugol ad Orcein solutions.....	74
Table 3. Likelihood ratio test for the pollen viability of guava trees by staining method using Alexander's solution.....	75
Table 4. Estimates of genetic parameters for the pollen viability in guava trees.....	77

LISTA DE APÊNDICES

ARTIGO I - Diversidade de goiabeiras por caracteres vegetativos e reprodutivos, ocorrência de patógenos e por marcadores em dois ciclos de produção: verão e inverno.....	22
Apêndice 1. Tabela de ranqueamento dos 22 genótipos de goiabeira em ordem decrescente para os caracteres avaliados nas fases vegetativas e reprodutivas durante o ciclo de produção com poda realizada no verão e no inverno.....	65
ARTIGO II - Genetic parameters of pollen viability in guava (<i>Psidium guajava</i> L.).	66
Table 1. Description of genotypes studied.....	87

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	17
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3. REFERÊNCIAS	20
ARTIGO I - DIVERSIDADE DE GOIABEIRAS POR CARACTERES VEGETATIVOS E REPRODUTIVOS, OCORRÊNCIA DE PATÓGENOS E POR MARCADORES EM DOIS CICLOS DE PRODUÇÃO: VERÃO E INVERNO	23
1. INTRODUÇÃO	25
2. MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1 MATERIAL VEGETAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	26
2.2 AVALIAÇÕES FENOTÍPICAS	27
2.3 ANÁLISES POR MARCADOR MICROSSATÉLITE	29
2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	30
3. RESULTADOS	31
3.1 DIVERSIDADE NA FASE VEGETATIVA	31
3.2 DIVERSIDADE NA FASE REPRODUTIVA	38
3.3 DIVERSIDADE QUANTO A OCORRÊNCIA DE PATÓGENOS E PRAGAS	45
3.4 DIVERSIDADE BASEADA EM MARCADORES MICROSSATELITES	48
4. DISCUSSÃO	49
4.1 DIVERSIDADE NAS FASES VEGETATIVA E REPRODUTIVA.....	48
4.2 DIVERSIDADE QUANTO A OCORRENCIA DE PATÓGENOS E PRAGAS	55
4.3 DIVERSIDADE FENOTÍPICA VS GENOTÍPICA.....	56
5. CONCLUSÕES.....	58
6. AGRADECIMENTOS	59
7. REFERÊNCIAS	60
7. APÊNDICES	66
ARTIGO II - GENETIC PARAMETERS OF POLLEN VIABILITY IN GUAVA (PSIDIUM GUAJAVA L.)*	67
1. INTRODUCTION	68
2. RESULTS AND DISCUSSION.....	70
2.1 POLLEN VIABILITY	70
2.2 GENETIC PARAMETERS	76
3. MATERIALS AND METHODS.....	80
3.1 PLANT MATERIALS AND EXPERIMENTAL DESIGN.....	80

3.2 HARVEST PROCEDURE AND TIMES	80
3.3 FLOWER COLLECTION AND MEASUREMENT OF POLLEN TRAITS	81
3.4 STATISTICAL ANALYSIS	82
4. CONCLUSION	82
5. ACKNOWLEDGEMENTS	83
6. REFERENCES	84
7. SUPPLEMENT.	88
CONCLUSÕES GERAIS.....	89

1. INTRODUÇÃO GERAL

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie de destaque econômico para o Brasil, por sua produção de frutos. É cultivada em quase todos os estados brasileiros (POMMER et al., 2012), e o país está entre os maiores produtores mundiais de goiaba, juntamente com a Índia, Paquistão, México, Tailândia, Peru, Filipinas (PEREIRA; NACHTIGAL, 2009; NIMISHA et al., 2013).

O importante espaço da goiabeira no agronegócio deve-se às apreciáveis características do seu fruto como: sabor, aspecto, riqueza em nutrientes (cálcio, zinco, fósforo, ferro e vitaminas) (SINGH, 2005), e forma de consumo: *in natura* ou processada (NIMISHA et al., 2013), aliada aos baixos custos de cultivo (RODRIGUEZ et al., 2010), facilidade de manejo e vasta distribuição em países tropicais e subtropicais (NIMISHA et al., 2013).

Existem muitas cultivares de “goiabeiras” no mundo (GONZAGA NETO, 1999; NIMISHA et al., 2013). No Brasil, entre as principais variedades comerciais, destaca-se a Paluma pelo amplo cultivo (PEREIRA; KAVATI, 2011). No ano de 2014, foram registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA as cultivares de goiabeiras Cortibel Branca LG; Cortibel Branca RM; Cortibel LG; Cortibel LM; Cortibel RG, Cortibel RM e Cortibel SLG, que estão ganhando mercado por apresentarem grande potencial para produção e comercialização. No entanto, outros materiais têm surgido, sendo importante conhecer as características e potencialidades para as diferentes condições ambientais.

O desenvolvimento de grande parte das cultivares comerciais de goiabeiras no Brasil é originado de pesquisas agronômicas, referentes ao melhoramento genético da cultura, utilizando materiais importados (PEREIRA; NACHTIGAL, 2002; POMMER 2012). Além disso, cultivares foram obtidas por seleção feita pelos próprios produtores, observando e escolhendo as plantas superiores em seus pomares, o que está possibilitando ganhos importantes para os cultivos.

Os programas de melhoramento buscam cultivares precoces, com frutos de tamanho uniforme, resistentes a pragas e doenças. Também é importante a arquitetura adequada ao adensamento, com facilidade de propagação vegetativa (NATALE; PRADO, 2004) e com bom desempenho em diferentes condições ambientais (PEREIRA; NACHTIGAL, 2002; NIMISHA et al., 2013).

Na busca de cultivares que atendam as características de interesse do mercado consumidor são necessários estudos sobre o comportamento dos genótipos (COSER et al., 2014) nas fases vegetativas e reprodutivas (LARCHER, 2006) fornecendo informações sobre as causas e as manifestações morfofisiológicas dos fenômenos de brotação, floração e frutificação das plantas. Também é importante verificar a viabilidade de pólen (SOUZA et al., 2004), a densidade de flores, o índice de frutos formados, o tamanho dos frutos, e fatores relacionados ao manejo das plantas que afetam expressivamente a floração e a frutificação (JUTAMANEE et al., 2000).

Considerando que a produção dos genótipos de goiabeira está relacionada ao florescimento e a frutificação (CORRÊA et al., 2002), e que variações nas características das plantas ocorrem devido a diferentes manejos e condições ambientais (NIMISHA et al., 2013), estudos para a caracterização dos genótipos de goiabeiras em pomar de produção são necessários. O conhecimento de aspectos vegetativos e reprodutivos dos genótipos fornece informações que poderão ser uma alternativa para inovação de práticas de condução das plantas, visando aumento de produção.

Outro fator importante para o cultivo de goiabeiras é o conhecimento sobre a viabilidade polínica (NASCIMENTO; TORRES; LIMA, 2003; MUNHOZ et al., 2008), principalmente, porque foram relatadas perdas na produção de frutos oriundos de autopolinização, devido a fenômenos de autoincompatibilidade (ALVES; FREITAS, 2007). Também foram relatadas influências do genótipo doador de pólen nas características de diâmetro e peso do fruto (USMAN et al., 2013), sugerindo a possibilidade de selecionar genótipos polinizadores para a constituição de um pomar comercial visando aumentar a produtividade e a qualidade dos frutos. Assim, são necessários estudos sobre características relacionadas à viabilidade polínica na espécie.

Entraves na implantação da cultura estão relacionados ao desconhecimento dos produtores quanto ao cultivo. Estudos como este poderão contribuir para o conhecimento biológico dos materiais, que poderão ser usados para auxiliar na programação dos tratos culturais e fitossanitários, principalmente porque a produção de goiabas é afetada pela presença de patógenos e pragas (BOTI et al., 2016). Assim, observações quanto à ocorrência de pragas e doenças em campo são importantes para selecionar genótipos potencialmente resistentes. Com este trabalho objetivou-se fornecer informações e auxílio aos programas de melhoramento da cultura e gerar orientações sobre o cultivo de diferentes genótipos de forma a proporcionar iniciativas

para melhoria da produção, com a expansão das áreas cultivadas, aumento da produtividade e da qualidade dos frutos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Conhecer a diversidade de goiabeiras por características vegetativas e reprodutivas durante o ciclo de produção em duas épocas de podas, assim como estudar a viabilidade polínica em diferentes ambientes e ciclos de produção.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a diversidade no comportamento fenotípico quanto às fases vegetativa e reprodutiva de 22 genótipos de goiabeiras em ciclos de produção no verão e no inverno;
- Verificar a diversidade dos genótipos de goiabeiras quanto à ocorrência de patógenos em campo em ciclos de produção no verão e no inverno;
- Estudar a diversidade dos genótipos de goiabeiras por marcadores microssatélites, comparando os dados de diversidade fenotípica buscando identificar padrões morfológicos relacionados à diferenciação genética;
- Agrupar genótipos de comportamentos semelhantes para os diferentes tipos de caracteres;
- Estudar a viabilidade polínica em 22 genótipos de goiabeiras em diferentes ciclos de produção e de ambientes;
- Estimar parâmetros genéticos para a característica viabilidade polínica;
- Identificar genótipos para programas de melhoramento e fornecer subsídios ao desenvolvimento de novas tecnologias de produção para a cultura da goiabeira.

3. REFERÊNCIAS

ALVES, J. E.; FREITAS, B. M. Requerimentos de polinização da goiabeira. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, 2007.

BOTI, J. B.; MADALON, F. Z.; DE OLIVEIRA, B. R.; HADDADE, I. R. Insetos provocadores de danos em folhas, flores e frutos da goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) nos pomares conduzidos em sistema de cultivo convencional e orgânico, no município de Santa Teresa-ES. **Natureza** (online), v.14, n.1, p. 40-44, 2016. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/NOL20150802.pdf> Acesso em 20 de maio de 2017.

CORRÊA, M. C. D. M.; PRADO, R. D. M.; NATALE, W.; SILVA, M. A. C. D.; PEREIRA, L. Índice de frutos formados de frutos em goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 783-786, 2002.

COSER, S. M.; FERREIRA, M. F. S.; FERREIRA, A. Diversidade genética de seleções de goiabeiras cortibel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 391-399, 2014.

GONZAGA NETO, L. **Melhoramento genético da goiabeira**. In: QUEIROZ, M.A. DE; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R., ed. Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro (online). Versão 1.0. Petrolina, PE: Embrapa SemiÁrido/ Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, set. 1999. Disponível em: <http://www.cpatas.embrapa.br/catalogo/livrorg/goiaba.pdf>. Acesso em 20 de maio de 2017.

JUTAMANEE, K.; EOOMKHAM, S.; PICHAKUM, A.; KRISANAPOOK, K.; PHAVAPHUTANON L. Effects of calcium, boron and sorbitol on pollination and fruit set in mango cv. Namdokmai. In: **International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits**, v. 575, p. 829-834, 2000.

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2006. 531p.

MUNHOZ, M.; LUZ, C. F. P.; MEISSNER FILHO, P. E.; BARTH, O. M.; REINERT, F. Viabilidade polínica de *Carica papaya* L.: uma comparação metodológica. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 2, p. 209-214, 2008.

NASCIMENTO, W. M.; TORRES, A. C.; LIMA, L. B. Pollen viability in hybrid seed production off eggplant under tropical conditions. **Acta Horticulturae**, v. 607, p. 37-39, 2003.

NATALE, W.; PRADO, R.M. Fertilização em goiabeira. BOARETTO, A.E., VILLAS BOAS, R.L., SOUZA, W.F. PARRA, L.R.V. In: **Fertirrigação: teoria e prática** (Eds.) 1ed. Piracicaba, v.1, 494-535p, 2004.

NIMISHA, S.; KHERWAR, D.; AJAY K. M.; SINGH, B.; USHA, K. Molecular breeding to improve guava (*Psidium guajava* L.): Current status and future prospective. **Scientia Horticulturae**, v. 164, p. 578-588, 2013.

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Melhoramento da goiabeira. Bruckner CH Melhoramento de Fruteiras Tropicais (ed.), Viçosa, MG: UFV, p. 267-289, 2002.

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Melhoramento Genético da Goiabeira. In NATALE ET AL. **Cultura da Goiaba do plantio a comercialização**. Jaboticabal: Unesp, v. 2, p. 371-394, 2009.

POMMER, C.V. Guava world-wide breeding: major techniques and cultivars and future challenges. **Acta Horticulturae**, v.959, p. 81-88, 2012.

RODRÍGUEZ, N.N; JULIETTE VALDÉS, J.; RODRÍGUEZ, J.A; VELÁSQUEZ, J.B; RIVERO, D.; MARTINEZ, F.; GONZALÉZ, G.; SOURD, D.G; GONZALÉZ, L.; CAÑIZARES, J. Genetic resources and breeding of guava (*Psidium guajava* L.) in Cuba. **Biotechnologia Aplicada**, vol. 27, n.3, p. 238-241, 2010.

SINGH, G. High density planting in guava-application of canopy architecture. **ICAR News**, v. 11, n. 2, p. 9-10, 2005.

USMAN, M.; SAMAD, W. A.; FATIMA, B.; & SHAH, M. H. Pollen parent enhances fruit size and quality in intervarietal crosses in guava (*Psidium guajava*). **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 15, n. 1, p. 125-129, 2013.

ARTIGO I

Diversidade de goiabeiras por caracteres vegetativos e reprodutivos, ocorrência de patógenos e por marcadores em dois ciclos de produção: verão e inverno

RESUMO A duração das fases vegetativa e reprodutiva de goiabeiras é influenciada pelo genótipo, pelas condições edafoclimáticas e pelo manejo da cultura, podendo ser relacionada à produção. Com este trabalho objetivou-se conhecer a diversidade de 22 genótipos de goiabeiras nas fases vegetativa e reprodutiva em dois ciclos de produção (verão e inverno), bem como a diversidade quanto a ocorrência de patógenos e pragas e por marcadores moleculares de DNA, visando identificar padrões nos genótipos quanto ao ciclo de produção. Por análises de agrupamento observou-se padrões de comportamento vegetativo (ramos e brotos), reprodutivo (flores e frutos) e de ocorrência de patógenos e pragas. Os grupos formados foram comparados entre si e com dados de diversidade obtidos por marcadores moleculares. A diversidade genética avaliada por marcadores moleculares contribuiu para a identificação de padrões da similaridade genética e morfológica nos genótipos C7 e C8, que foram os mais similares. Em geral, os genótipos apresentaram grande variabilidade genotípica. A maior variação entre os genótipos para os caracteres morfológicos foi observado na fase reprodutiva. O comportamento dos genótipos foi influenciado pela época de poda. O menor ciclo de produção foi no verão (185 dias desde a poda até a colheita). O genótipo C8 apresentou frutos maiores, independente do ciclo de produção. O genótipo C11 apresentou menor ocorrência de patógenos e pragas. O genótipo C14 produziu maior número de frutos de tamanho médio, com boas taxas de frutos formados. Esta cultivar apresentou potencial para plantios adensados. A cultivar Século XXI, apresentou elevado números de frutos de tamanho mediano independente da época de poda.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., fase vegetativa e reprodutiva, microssatélites, podas.

Diversity of guavas based on vegetative, reproductive, pathogen and molecular occurrence in two production cycles: summer and winter

ABSTRACT: The length of those stages is related to the genotype, climate, soil and management conditions of the crop. The objective of this study was to evaluate the vegetative and reproductive diversity of 22 guava genotypes in two growing seasons (summer and winter), as well as to study the diversity of genotypes based on the occurrence of pathogens and pests and DNA molecular markers, aiming to identify genotypic patterns related to the crop cycle. Vegetative behavior (branches and shoots), reproductive performance (flowers and fruits) and pathogen and pest occurrence were observed by cluster analysis. The groups formed were compared to each other and with diversity data obtained by molecular markers. The shorter growing season was in the summer (185 days from pruning to harvest). In general, the genotypes presented great genotype variability. The lowest variation among the genotypes was observed for the vegetative characters. By the analysis of phenotypic and genotypic diversity, the most similar genotypes were C7 and C8. The C8 genotype produced larger fruits, regardless of the growing season. C14 produced a larger number of fruits of medium size, with good fruit rates formed. This cultivar presented potential for densified plantings. The C11 genotype presented a lower occurrence of pathogens and pests. The guava variety 21st century showed large number of medium size fruit regardless of the time of year.

Keywords: *Psidium guajava* L., reproductive and vegetative stages, microsatellite makers, pruning.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) tem grande importância socioeconômica, e é cultivada em vários países tropicais e subtropicais (RAJ et al., 2012). Apresenta destaque na produção de frutos para consumo *in natura* e para fins agroindustriais (NIMISHA et al., 2013). Possui também finalidade medicinal, cosmética, dentre outras (CHEN; YEN, 2006; SANTOS-LIMA et al., 2016; SOLIMAN et al., 2016; KAUR et al., 2017).

Às demandas da cadeia produtiva de frutos de goiaba, são de cultivares precoces, com frutos de tamanho uniforme, porte e arquitetura adequados ao adensamento, tolerância às condições ambientais adversas e resistência a pragas e insetos (PEREIRA; NACHTIGAL, 2002; NIMISHA et al., 2013). Assim, a caracterização e o desenvolvimento de germoplasma são necessários para a obtenção de cultivares mais produtivas, e com características agronômicas e botânicas desejadas (BUENO; MENDES; CARVALHO, 2006).

No melhoramento genético é fundamental o conhecimento da diversidade dos genótipos para fins de seleção (COSER et al., 2014). Neste sentido, estudos relacionados aos aspectos vegetativos e reprodutivos das plantas podem ser empregados na mensuração da diversidade dos genótipos (LARCHER, 2006; SINGH et al., 2016), no que se refere à brotação, ao crescimento dos ramos, à floração e à frutificação (MORELLATO et al., 2000). Estas informações facilitam no planejamento de podas, nos tratos culturais e na colheita de frutos para comercialização (HOJO et al., 2007). No entanto, a ocorrência de pragas e doenças em campo, também são importantes informações, visando selecionar genótipos potencialmente resistentes. A variação fenotípica observada pode ocorrer devido a variação genética e ambiental. A variabilidade genética pode ser mensurada com o uso de marcadores moleculares de DNA, não influenciados pelo ambiente (COSTA et al., 2011).

A goiabeira é uma espécie com sistema de reprodução misto, preferencialmente alógama (CHANDRA; MISHA, 2007). Nas plantas, o período de emissão de flores e frutos variam entre genótipos e a passagem da fase vegetativa à reprodutiva compreende uma sequência de eventos de natureza bioquímica e morfológica (TAIZ; ZEIGER, 2013). Estudos do comportamento dos genótipos desde a poda até a completa maturação dos frutos são importantes, uma vez que geram informações de interesse quanto aos

aspectos biológicos, as quais possibilitam o manejo adequado e a indicação de materiais adaptados para a região (DENEGA; BIASI; ZANETTE, 2010; RAMOS et al., 2011).

Informações sobre aspectos dos ciclos de produção e das fases vegetativas e reprodutivas de goiabeiras são escassas e restritas a poucas cultivares. Estudos com goiabeiras evidenciam que a produção dos genótipos está relacionada ao florescimento e a frutificação (CORRÊA et al., 2002). O início e o tempo de duração das fases vegetativas e reprodutivas variam em função do genótipo, das condições edafoclimáticas e do manejo da cultura (SERRANO et al., 2008; RAMOS et al., 2011). Estas informações podem ser utilizadas para a identificação de genótipos, que possam melhorar a cadeia produtiva da goiabeira, relacionando o tempo de florescimento com o aumento da produção (DENEGA; BIASI; ZANETTE, 2010; RAMOS et al., 2011).

Com este trabalho, objetivou-se conhecer a diversidade de 22 genótipos de goiabeiras nas fases vegetativa e reprodutiva durante dois ciclos de produção (verão e inverno), a diversidade dos genótipos quanto à ocorrência de patógenos e pragas e por marcadores moleculares de DNA, visando identificar padrões nos genótipos quanto ao ciclo de produção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL VEGETAL E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado no Município de Mimoso do Sul, estado do Espírito Santo, latitude de 21°01'12,99"S e longitude 41°17'13,48"W, a 250 m de altitude. O clima da região é classificado como Aw (Tropical com chuva no verão) de acordo com Köppen e Geiger (1992).

O pomar experimental foi implantado em março de 2012, com delineamento em blocos casualizados, contendo 22 genótipos de goiabeiras, no espaçamento de 6,0 x 4,0 m, distribuídos em três blocos, contendo parcelas de duas plantas por genótipo, totalizando 44 plantas por bloco e 132 plantas no experimento. Foi considerada como parcela útil a primeira planta de cada genótipo por bloco.

Dos 22 genótipos de goiabeira estudados, doze são cultivares comerciais: Cortibel LG (C1), Cortibel LM (C2), Cortibel Branca LG (C4), Cortibel RM (C6), Cortibel Branca RM (C8), Cortibel RG (C14), Cortibel SLG (C15); Roxa (RO); Petri

(PE); Pedro Sato (PS); Século XXI (SXXI); Paluma (PA) e dez são genótipos obtidos por seleção massal em pomar de origem seminal, denominados de Cortibel (C3; C5; C7; C9; C10; C11; C12; C13; C16; C17). Destes, os genótipos C4, C8, C13 apresentam polpa branca, e os demais genótipos de Cortibel e as cultivares Paluma, Pedro Sato, Petri e Século XXI apresentam coloração de polpa variando de rosa a categorias laranja rosadas, enquanto a cultivar roxa, tem coloração de polpa roxa.

As plantas foram submetidas à adubação e irrigação suplementar pelo sistema de microaspersão, fundamentadas em recomendações baseadas em resultados de análises químicas do solo e na necessidade hídrica da cultura.

2.2 AVALIAÇÕES FENOTÍPICAS

As avaliações fenotípicas ocorreram entre setembro de 2014 a dezembro de 2015, durante dois ciclos de produção com a terceira e quarta poda de frutificação, do tipo contínuo. O primeiro ciclo foi iniciado em 26/09/2014, com a poda realizada no verão (PV) nas plantas com 30 meses. O segundo teve início na poda de inverno (PI), realizada em 13/05/2015, nas plantas com 38 meses.

Nas avaliações foram mensurados os caracteres vegetativos, reprodutivos e relacionados à ocorrência de patógenos e pragas ou danos físicos.

Quanto aos caracteres vegetativos foram avaliados:

Incremento do diâmetro do ramo ortotrópico (IDO) – média de três medições feitas no caule: a 5 cm do solo, na região mediana do caule, e a 5 cm abaixo do ponto de inserção do último ramo plagiotrópico, realizadas nas plantas aos 32, 33, 35, 40, 43 e 45 meses de idade, ao longo dos dois ciclos de produção, com uso do paquímetro digital (0,01 mm). O resultado, em milímetros foi calculado como incremento de crescimento, pela diferença das observações entre a avaliação atual e a anterior;

Incremento do diâmetro das bases dos ramos plagiotrópicos (IDP) – medido com paquímetro digital, o diâmetro da base dos ramos plagiotrópicos das plantas aos 32, 33, 35, 40, 43 e 45 meses de idade ao longo dos dois ciclos de produção. A partir destes dados foi calculado o incremento em milímetros, conforme calculado para IDO;

Distância de entrenó no broto (DEB) – média, em centímetros, da distância de entrenó de cinco brotos selecionados aleatoriamente nas plantas com 31 meses de idade;

Distância de entrenó no ramo plagiotrópico (DEP) – média, em centímetros, da distância de entrenó de cinco pontos dos ramos plagiotrópicos, escolhidos aleatoriamente em plantas com 31 meses de idade;

Incremento dos ramos do ano (IRA) – comprimento de quatro ramos plagiotrópicos, pré-selecionados e marcados (um por quadrante), obtido com auxílio de uma trena, aos 45, 75, 85, 135 e 215 dias após a poda de verão (PV) e aos 75, 115, 135 e 215 dias após a poda de inverno (PI). O resultado, em metros, em cada período, foi calculado conforme descrito no IDO;

Número de brotos no ramo do ano (NBRA) – quantidade de brotos emitidos 25 dias após a PV e 30 dias após a PI;

Comprimento dos brotos no ramo do ano (CBRA) – média, em milímetros, dos comprimentos de cinco brotos selecionados aleatoriamente nos ramos do ano marcado, avaliação realizada por paquímetro digital, aos 25 dias após a PV e 30 dias após a PI.

Quanto aos caracteres reprodutivos foram verificados a ocorrência de **Botão floral (BF)**, **Flor aberta (FA)** e **Frutos (FR)** avaliados de forma binária, para presença e ausência, durante os dois ciclos de produção. Nos ramos do ano marcados foram obtidas médias da avaliação do **número de Botão floral (NBF)**, **Flor aberta (NFA)**, aos 65 dias após a PV e aos 90 dias após a PI, e o do **número de Frutos (NFR)**, aos 135 dias após a PV e na PI, época em que as estruturas reprodutivas estavam presentes em todos genótipos. Usando os dados de NBF, NFA e NFR foram calculados o percentual de frutos formados dos frutos, onde $\%PEG = (NFR \times 100) / (NBF + NFA)$.

O **comprimento de frutos (CF)** e **diâmetro de frutos (DF)** foram avaliados com paquímetro digital, em milímetros, aos 75, 85, 110, 135, 170, 185 e 220 dias após a PV e aos 115, 135, 155 e 215 dias após a PI, pela avaliação dos cinco maiores frutos, selecionados aleatoriamente em cada período. O ponto de colheita foi aos 185 dias após a PV e 215 dias após a PI, quando os frutos apresentaram a cor da casca no estágio de maturação 3 (verde-amarela) (AZZOLINI; JACOMINO; BRON, 2004; CAVALINI et al., 2006).

A ocorrência de patógenos e pragas em campo foram anotadas de forma binária, para presença e ausência na planta, nas duas épocas de avaliação. Foram contabilizados como presença quando se verificava visualmente, patógenos e pragas com danos relacionados à sua presença. Assim, foram anotadas as presenças de:

Ferrugem (FE) – massa pulverulenta de coloração amarelada nas folhas ou em frutos com lesões corticosas, sintomas da doença (JUNQUEIRA et al., 2001);

Cochonilha (CO) – cochonilha revestida de cera branca encontrada nos ramos (BOTI et al., 2016);

Percevejo (PC) – frutos deformados, manchados e com lesões ou necrose dos tecidos superficiais, de coloração escura e com consistência dura (BOTI et al., 2016);

Psilídeo (PSL) – folhas deformadas com enrolamento das bordas e com a coloração variando do amarelecimento até o amarronzado, característico do tecido necrosado (BOTI et al., 2016).

Também foi anotada a presença de **Galhos rachados (GR)**, como um tipo de dano físico.

Para análise da diversidade, nos dados binários foi realizada a média das plantas dos três blocos, onde os valores: 0,33; 0,66 e 1,0 significam a proporção de plantas do mesmo genótipo, para uma, duas ou três plantas, respectivamente.

2.3 ANÁLISES POR MARCADOR MICROSSATÉLITE

Folhas jovens dos 22 genótipos foram coletadas para a extração de DNA, seguindo-se o método CTAB (DOYLE; DOYLE, 1990). A concentração e integridade do DNA foram estimadas por eletroforese em gel de agarose 0,8% corado com brometo de etídio e por espectrofotometria. Para a genotipagem foram utilizados 16 primers microsatélites previamente desenvolvidos para *Psidium guajava* L. (RISTERUCCI et al., 2005; GUAVAMAP, 2008). As reações de PCR foram feitas com um volume final de 15 uL, contendo: 50 ng de DNA, 1 X de tampão, 1 U Taq DNA polimerase, 0,3 mM de cada primer F/R, 0,2 mM de dNTP e 1,5 mM de MgCl₂. As amplificações ocorreram em termociclador sob as seguintes condições: quatro minutos, a 94 °C; 30 ciclos com 45 segundos, a 94 °C; um minuto, a 55 °C e dois minutos, a 72 °C; extensão final de quatro minutos, a 72 °C. Os produtos de PCR foram separados e visualizados por meio de eletroforese em gel de poliacrilamida (6%) corados com gel red (1:500). Como marcador de peso molecular utilizou-se o padrão DNA Ladder de 100 pb. Posteriormente, os géis foram fotodocumentados sob luz UV.

2.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram submetidos a análises multicategóricas binária e quantitativa. As médias foram obtidas considerando as três plantas do bloco, e para os caracteres que apresentaram mais de uma avaliação, foram consideradas os resultados de todas as avaliações. Foram obtidas as distâncias euclidianas média padronizada entre genótipos para dados moleculares e para cada grupo de caracteres fenotípicos: vegetativos, reprodutivos e de ocorrência a patógenos e pragas em campo. Em seguida, efetuou-se a análise de agrupamento dos genótipos pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages*). A correlação entre os agrupamentos foi verificada pelo teste de Mantel, utilizando-se as matrizes de distância. Análises descritivas foram usadas para verificar diversidade entre os genótipos, utilizando-se gráficos de radar para cada variável. A correlação canônica foi obtida com o uso da matriz de correlação fenotípica resultante da ANOVA entre pares de caracteres e a significância dos resultados foram verificada pelo teste de Qui-quadrado. Para as análises foram utilizados os programas estatísticos R (TEAM, 2017) e Genes (CRUZ, 2012).

3. RESULTADOS

3.1 DIVERSIDADE NA FASE VEGETATIVA

Os genótipos apresentaram diversidade nos caracteres vegetativos e as médias foram apresentadas na Tabela 1. Ao final de 45 meses de idade na maioria dos genótipos (77%), foi verificado um maior incremento de diâmetros do ramo ortotrópico em relação aos plagiotrópicos, exceto para C2, C10, C12, C15 e Paluma. O genótipo C9 apresentou o maior incremento de diâmetros do ramo ortotrópico e C17 e C12 o maior incremento de diâmetros do ramo plagiotrópico. Os menores incrementos dos diâmetros dos ramos ortotrópicos foram observados na e dos ramos plagiotrópicos foi no genótipo C14.

Tabela 1. Médias das plantas para as variáveis (Var) fenotípicas avaliadas em 22 genótipos de goiabeiras nas fases vegetativas (Veg) e reprodutivas (Rep) durante o ciclo de produção com a poda realizada no verão (PV) e no inverno (PI)

Fase	Var	Poda	Genótipos de goiabeiras																						
			C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	RO	PE	PS	SXXI	PA	Méd
Veg	IDO	-	3,32	3,11	3,56	4,03	4,05	3,36	3,38	3,72	4,81 ^{>}	3,07	4,01	3,72	3,68	3,46	3,74	3,30	2,78 ^{<}	3,30	4,09	3,56	4,24	3,50	3,63
	IDP	-	2,62	4,07	2,66	2,67	2,55	3,23	2,25	2,95	3,28	3,35	2,82	4,12 ^{>}	2,61	1,99 ^{<}	3,79	2,59	2,58	2,66	3,76	2,82	3,27	3,90	3,02
	DEB	-	1,96	1,50 ^{<}	2,25	2,29	2,04	2,71	2,29	2,42	2,08	2,09	2,25	1,79	3,45 ^{>}	2,46	2,23	1,65	2,00	1,99	2,08	2,10	1,79	1,53	2,13
	DEP	-	4,88	4,63	4,78	4,79	4,63	4,69	4,83	4,67	5,42 ^{>}	4,78	4,96	4,69	5,07	4,74	5,17	4,68	5,23	4,95	4,36 ^{<}	5,13	4,88	4,89	4,86
	IRA	PV	0,22	0,17	0,21	0,21	0,20	0,22	0,23	0,21	0,22	0,23	0,21	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20	0,23 ^{>}	0,16 ^{<}	0,17	0,23	0,23	0,22	0,21
		PI	0,22	0,19 ^{<}	0,24	0,21	0,19	0,21	0,28	0,27	0,26	0,25	0,19	0,28 ^{>}	0,26	0,23	0,21	0,27	0,25	0,23	0,21	0,26	0,25	0,25	0,24
	NBRA	PV	8	13 ^{>}	10	12	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	8 ^{<}	8	11	9	9	10	9	12	10
		PI	9	12	6 ^{<}	11	14	12	13	14	13	10	12	11	12	15	14	18	14	20 ^{>}	11	10	16	13	13
	CBRA	PV	5,75	7,31	4,16 ^{<}	7,91 ^{>}	5,23	7,28	5,43	6,06	5,50	5,78	5,64	5,64	5,23	7,50	5,64	6,36	5,72	6,79	4,82	5,58	4,99	6,15	5,93
		PI	2,36	5,19	1,88 ^{<}	3,63	3,17	6,18 ^{>}	5,20	4,41	3,35	4,33	4,36	4,32	3,80	4,99	3,68	4,91	4,14	4,75	4,11	2,94	3,57	3,27	4,02
Rep	NBF	PV	12	12 ^{<}	26 ^{>}	17	13	18	18	16	23	24	26	14	16	21	21	22	12	17	22	15	23	24	18
		PI	11	22	26 ^{>}	14	12	12	20	10	17	24	11	10	7 ^{<}	15	8	21	13	14	16	11	19	9	15
	NFA	PV	7	12	8	7	5	11	8	5	15 ^{>}	7	6	13	4	9	2 ^{<}	5	7	8	7	4	8	6	8
		PI	2	9 ^{>}	1	2	0 ^{<}	7	2	4	4	3	6	2	2	2	1	7	4	4	3	3	8	5	4
	NFR	PV	12 ^{<}	17	21	19	16	20	26 ^{>}	20	20	23	15	18	16	23	17	17	18	14	22	17	26	24	19
		PI	7	18 ^{>}	10	8	6 ^{<}	12	12	10	12	13	18	10	9	15	8	15	9	10	13	12	16	12	12
	CF	PV	69	59	65	52	62	80	61	81 ^{>}	61	62	58	54	56	66	74	59	65	50	61	63	65 ^{<}	67	63
		PI	69	72	78	56 ^{<}	67	73	74	80 ^{>}	68	73	70	59	68	78	67	74	72	62	71	75	73	69	70
	DF	PV	51	49	56	43 ^{<}	51	65 ^{>}	53	61	51	54	51	48	49	55	52	47	57	57	52	56	57	51	53
		PI	52	58	67	44 ^{<}	55	59	63 ^{>}	65	55	60	59	52	58	64	52	61	64	64	62	63	61	57	59
	% FF	PV	64	71	62	77	92	67	100 ^{>}	94	53 ^{<}	73	48	68	79	79	74	63	96	54	77	85	83	80	74
		PI	59	58	39 ^{<}	50	54	63	56	71	59	48	100 ^{>}	88	93	86	90	53	54	56	71	82	59	91	66

Legenda: Méd. = Média geral dos genótipos para cada variável, < Valor mínimo, > Valor Máximo dos caracteres vegetativos (Veg): diâmetro do ramo ortotrópico (IDO) e plagiotrópicos (IDP); distância de entrenós dos brotos (DEB) e dos ramos plagiotrópicos (DEP); incremento médio do ramo do ano (IRA); número de brotos (NBRA); comprimento de brotos do ramo no ano (CBRA), e reprodutivos (Rep): número de: botão floral (NBF), flor aberta (NFA) e frutos (NFR); comprimento (CF) e diâmetro de frutos (DF); porcentual de frutos formados (% FF) de 22 genótipos de goiabeiras: Cortibel (C1 a C17) e cultivares Roxa (RO), Petri (PE), Pedro Sato (PS), Século XXI (SXXI) e Paluma (PA).

A distância de entrenós nos brotos (DEB) apresentou variação de até 56% entre genótipos, enquanto a distância de entrenós nos ramos plagiotrópicos (DEP) variou 19%. Os genótipos C2 e Petri apresentaram de entrenós mais próximo nos brotos (1,50 cm) e nos ramos plagiotrópicos (4,36 cm), respectivamente. Entrenós mais distantes foram verificados para C13 (3,45 cm) nos brotos e nos ramos plagiotrópicos para C9 (5,42 cm).

Em geral, o incremento do ramo do ano (IRA) foi maior na poda de inverno, à exceção para os genótipos C5 e C11 e para os genótipos C1 (0,22 m) e C4 (0,21 m) mantiveram o mesmo comportamento para o incremento dos ramos do ano nas duas podas. Este incremento variou entre 0,16 (Roxa) a 0,28 cm (C12 e C7), independente da poda (Tabela 1).

A reestruturação vegetativa após as podas foi verificada pelo número e tamanho dos brotos. Nos genótipos, verificou-se maior número de brotos (77%) na poda de inverno enquanto o maior crescimento dos brotos ocorreu na poda de verão. O número de brotos por ramo marcado variou de seis (C3) a 20 (Roxa), com tamanhos de brotações entre 1,88 (C3) a 7,91 mm (C4). Os genótipos C10 e Pedro Sato não apresentaram alterações no número de brotações nas duas podas. Os genótipos com maiores número de brotações foram a cultivar Roxa, na poda de inverno e a Cortibel 2, na poda de verão (Tabela 1).

A partir do conjunto de dados dos caracteres vegetativos observou-se a formação de dois grandes grupos de genótipos, um com o genótipo C3 (grupo I) que apresentou em geral, valores iguais ou abaixo da média para caracteres vegetativos, com expressa redução em número de brotos e comprimento de brotos em relação aos demais genótipos do outro grupo. Subdividindo o maior grupo de genótipos foi possível observar que os grupos: Século XXI (grupo II); C16 e Roxa (grupo III); C2 e C4 (grupo IV); C1, Petri e Pedro Sato (grupo V); e os genótipos C10, C12, C6, C7, C11, C13, C17, Paluma, C9, C5, C15, C8 e C14 (grupo VI) (Figura 1).

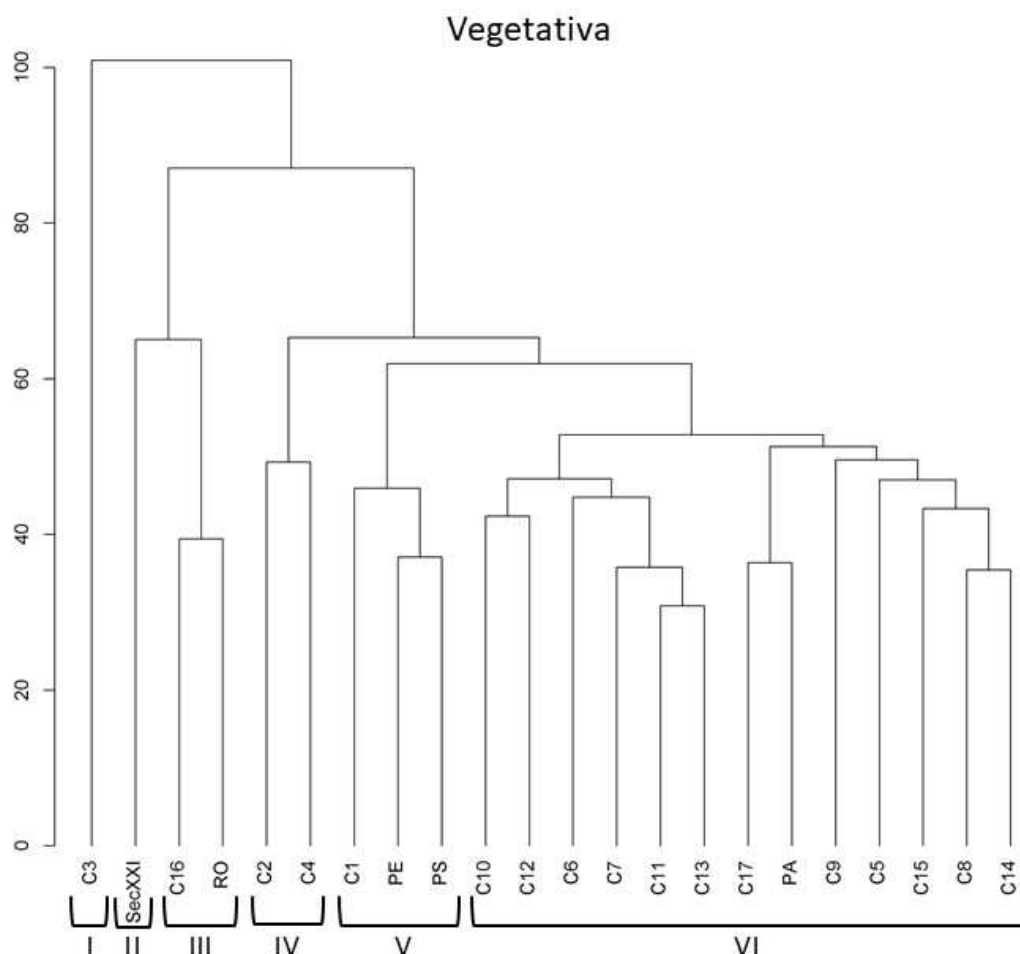


Figura 1. Diversidade de goiabeiras baseada em informações fenotípicas avaliadas na fase vegetativa durante o ciclo de produção no verão e no inverno. Dendograma obtido pelo método UPGMA, a partir das medidas de dissimilaridade entre 22 genótipos de goiabeira, baseado na distância Euclidiana média padronizada, com pontos de corte em 58% do nível de fusão, segundo Mojena (1977).

Considerando o agrupamento, os genótipos C2 e C4 apresentaram o número de brotos similares (Figura 2d) nas duas podas, bem como o comprimento dos brotos do ramo do ano na poda de verão (Figura 2e). Nesta poda estes genótipos (C2 e C4) apresentaram grande número de emissão de brotos e as maiores taxas de crescimento dos brotos. Entretanto, na poda de inverno, o genótipo C4 reduziu o crescimento dos brotos (Figura 2e).

A cultivar Roxa e o genótipo C16 foram similares no comprimento dos brotos do ramo do ano (Figura 2e) e no incremento do diâmetro do ramo ortotrópico (Figura 2a) nas duas podas. Na poda de inverno elas emitiram os maiores números de brotos, mas na poda de verão ficaram entre os genótipos com menores números de brotos (Figura 2d).

Os genótipos Pedro Sato, Petri e C1 apresentaram comportamento similar quanto ao número de brotação, na poda de inverno (Figura 2d). A cultivar Pedro Sato manteve similaridade com a Petri para característica distância de entrenó nos brotos (Figura 2b), e com o genótipo C1, para o comprimento dos brotos na poda de inverno (Figura 2e).

Os caracteres vegetativos de maior correlação significativa e positiva foram NBRA x IDP (0,79) e NBRA x CBRA (0,78). Também foram correlacionados IDO x DEP (0,64), bem como DEB x DEP (0,15). As demais variáveis vegetativas não apresentaram correlações significativas (Tabela 2).

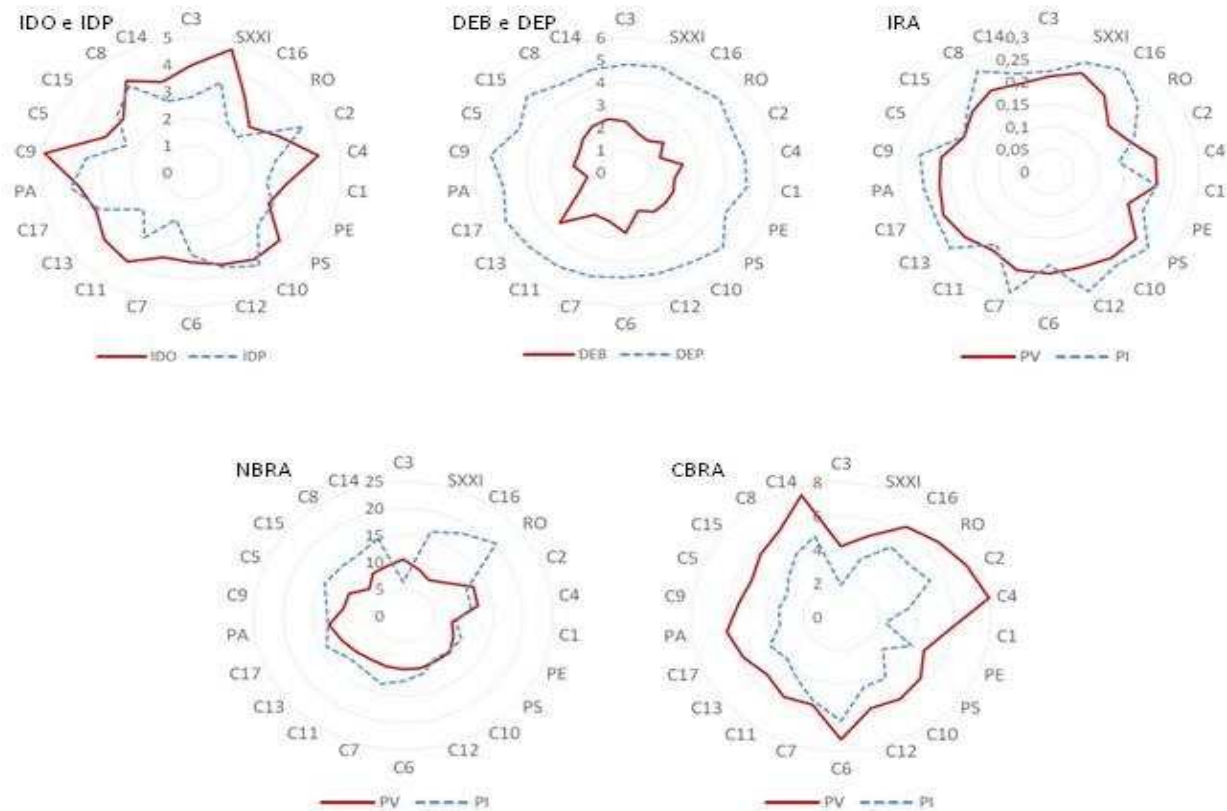


Figura 2. Gráfico radar demonstrando a variação no comportamento fenotípico de 22 genótipos de goiabeira observados em dois ciclos de produção pela avaliação de caracteres na fase vegetativas: incremento do diâmetro do ramo ortotrópico (IDO) e plagiotrópicos (IDP); distância dos entrenós nos brotos (DEB) e nos ramos plagiotrópicos (DEP); incremento médio dos ramos do ano (IRA); número de brotos do ramo do ano (NBRA) e comprimento de brotos do ramo no ano (CBRA). Podas realizadas no verão (PV) e no inverno (PI).

Tabela 2. Correlação canônica para os caracteres vegetativos e reprodutivos de 22 genótipos de goiabeira obtida a partir de dados avaliados durante o ciclo de produção com a poda realizada no verão e no inverno

	IDO	IDP	DEB	DEP	IRA	NBRA	CBRA	NBF	NFA	NFR	CF	DF
IDO	---	0,88 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,64 ^{**}	0,93 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,83 [*]	0,71 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,96 ^{ns}
IDP		---	0,41 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,79 ^{**}	0,61 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,72 ^{**}	0,65 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,96 ^{ns}
DEB			---	0,15 [*]	0,49 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,73 ^{**}	0,81 [*]
DEP				---	0,55 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,71 ^{**}	0,69 ^{**}
IRA					---	0,71 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,71 ^{ns}	1,00 [*]	1,00 [*]
NBRA						---	0,78 ^{**}	0,38 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,83 ^{**}
CBRA							---	0,41 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,82 ^{**}
NBF								---	0,49 ^{ns}	0,70 ^{**}	0,89 [*]	0,87 [*]
NFA									---	0,78 ^{**}	0,75 ^{ns}	0,60 ^{ns}
NFR										---	0,75 ^{ns}	0,76 ^{ns}
CF											---	1,00 ^{**}
DF												---

Significâncias do Teste de Qui-quadrado: **= 1% e *= 5% para os caracteres: diâmetro do ramo ortotrópico (IDO) e plagiotrópicos (IDP); distância dos entrenós nos brotos (DEB) e nos ramos plagiotrópicos (DEP); incrementos médios: ramo do ano (IRA); número de brotos (NBRA); tamanho de brotos do ramo no ano (CBRA); número de: botão floral (NBF), flor aberta (NFA) e frutos (NFR); comprimento (CF) e diâmetro de frutos (DF).

3.2 DIVERSIDADE NA FASE REPRODUTIVA

A maior ocorrência de botão floral nos genótipos foi averiguada entre 45 a 75 dias após a poda de verão e de 75 a 115 dias após a poda de inverno. A presença de flor aberta variou entre 45 a 225 dias após a poda de verão e 35 a 155 dias após a poda de inverno, tendo maior ocorrência entre 65 a 75 dias após a poda de verão e 90 a 135 dias após a poda de inverno (Figura 3). Na poda de verão, 68% dos genótipos apresentaram botão floral aos 25 dias após a poda, à exceção dos genótipos C1, C8, C15, Roxa, Paluma, C9 e C16. Entretanto, na poda de inverno apenas os genótipos C8, C12 e Século XXI foram precoces (Figura 3).

Os genótipos C2, C4, C5, C13, C17 e Petri, que apresentavam botão floral aos 25 dias após a poda de verão. Os genótipos C1 e C9, embora tenham emitido botão floral aos 45 dias após, também apresentaram formação de frutos na mesma época dos genótipos que emitiram botão floral aos 25 dias após esta mesma poda. (Figura 3). Na poda de inverno, este comportamento foi verificado nas cultivares C2 e Paluma, que iniciaram emissão de botão floral com 75 dias após a poda e tiveram presença de frutos em formação com 90 dias após a poda de inverno, assim como os genótipos C5, C6, C8, e Pedro Sato, que foram mais precoces na emissão de botão floral, tendo frutos em formação também com 90 dias após a poda de inverno (Figura 3). O período de presença de frutos variou de 75 a 225 dias após a poda de verão e de 75 a 215 dias após a poda de inverno, à exceção do genótipo C5, que na poda de inverno apresentou frutos com 35 dias após a poda (Figura 3).

Quanto ao número de estruturas reprodutivas formadas (botão floral, flor aberta e frutos), em geral, houve maior número de botão floral, flor aberta e frutos com a poda de verão, que resultaram em maior porcentual de frutos formados (%FF), mas os frutos foram menores.

Figura 3. Presença das variáveis reprodutivas: botão floral, flor aberta e fruto, avaliadas em 22 genótipos de goiabeira durante o ciclo de produção com poda realizada no verão e no inverno.

Na poda de inverno os genótipos diferiram em até 73% para número de botão floral, 91% para o número de flor aberta e 64% para o número de frutos. Na poda de verão, a maioria dos genótipos apresentou maior número de estruturas reprodutivas, com destaque para os genótipos C3 e C11, que apresentaram maiores números de botão floral, flor aberta (C9) e frutos (C7 e Século XXI). Na poda de inverno, os maiores número de frutos foram verificados nos genótipos C2 e C11. A cultivar Século XXI apresentou o segundo maior número de frutos na poda de inverno, confirmando a sua alta capacidade de formação de frutos e sua estabilidade nas épocas de poda. Século XXI também teve o terceiro maior valor de número de botão floral na poda de verão (Tabela1).

As porcentagens de frutos formados (% FF) variaram de 48% (C11) a 100% (C7) na poda de verão e 39% (C3) a 100% (C11) na poda de inverno. Na poda de inverno houve redução no porcentual de frutos formados (%FF) quando comparada à poda de verão, à exceção dos genótipos C9, C12, C13, C14, C15, Paluma e Roxa. As cultivares Petri e Roxa não sofreram influência das podas quanto ao porcentual de frutos formados nas duas podas (Tabela 1).

Quanto ao tamanho dos frutos, verificou-se variação entre 50 mm (Roxa) a 81 mm (C8) no comprimento de frutos e entre 43 mm (C4) a 67 mm (C3), no diâmetro dos frutos. Os maiores comprimentos de frutos foram verificados nos genótipos C8, C6, C15, C1, na poda de verão e C8, C14, C3, Petri e C16, na poda de inverno. Os maiores diâmetros de frutos foram nos genótipos C6, C8, Século XXI, Roxa, C17, na poda de verão e C3 C8, C14, C17 e Roxa, na poda de inverno. A Cortibel 8 apresentou tamanho de frutos constante nas duas podas (Apêndice 1). Na poda de verão os frutos foram menores em comprimento e diâmetro na data da colheita, 215 dias após a poda (Tabela 1).

Dois grandes grupos foram formados pelas características reprodutivas: um agrupou os genótipos C12, Paluma, C17, C7, Pedro Sato, Petri, Roxa, C6 e C8, e o outro foi formado pelos demais genótipos. Estes dois grandes grupos foram subdivididos em quatro grupos menores, tendo o ponto de corte a 48% do nível de fusão. O grupo I foi formado por nove genótipos, dos quais, seis são cultivares comerciais (Pedro Sato, Petri, Roxa, C6, C8 e Paluma), mais os genótipos C12, C17 e C7. No grupo II, as cultivares comerciais C1 e C15 foram agrupadas com os genótipos

C4, C5 e C13. O genótipo C2 (grupo III) foi o mais divergente. O grupo IV foi formado pelos genótipos C3, C9, C10, C11, C16 e as cultivares Século XXI e C14 (Figura 4).

Os genótipos C1 e C15 apresentaram proximidade quanto ao número de flores abertas (Figura 5b), número de frutos (Figura 5c) e diâmetro de frutos (Figura 5d), na poda de inverno. Comportamentos similares foram observados para Roxa e C17, quanto ao número de botão floral, flor aberta e frutos (Figura 5a a 5c), na poda de inverno e diâmetro de frutos nas duas podas (Figura 5e).

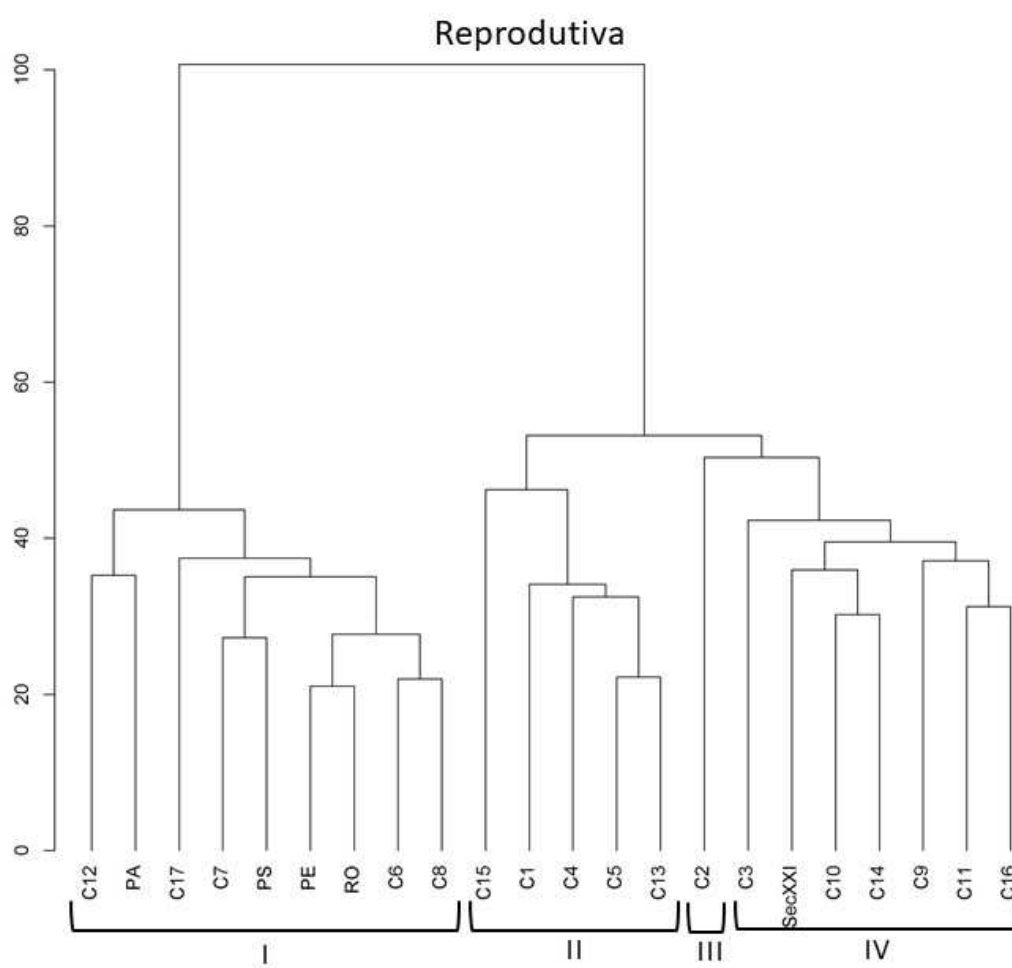


Figura 4. Diversidade de goiabeiras baseada em informações fenotípicas na fase reprodutiva com dendrograma obtido pelo método UPGMA, a partir das medidas de dissimilaridade entre 22 genótipos de goiabeira, baseado na distância Euclidiana média padronizada, com pontos de corte em 48% do nível de fusão, segundo Mojena (1977).

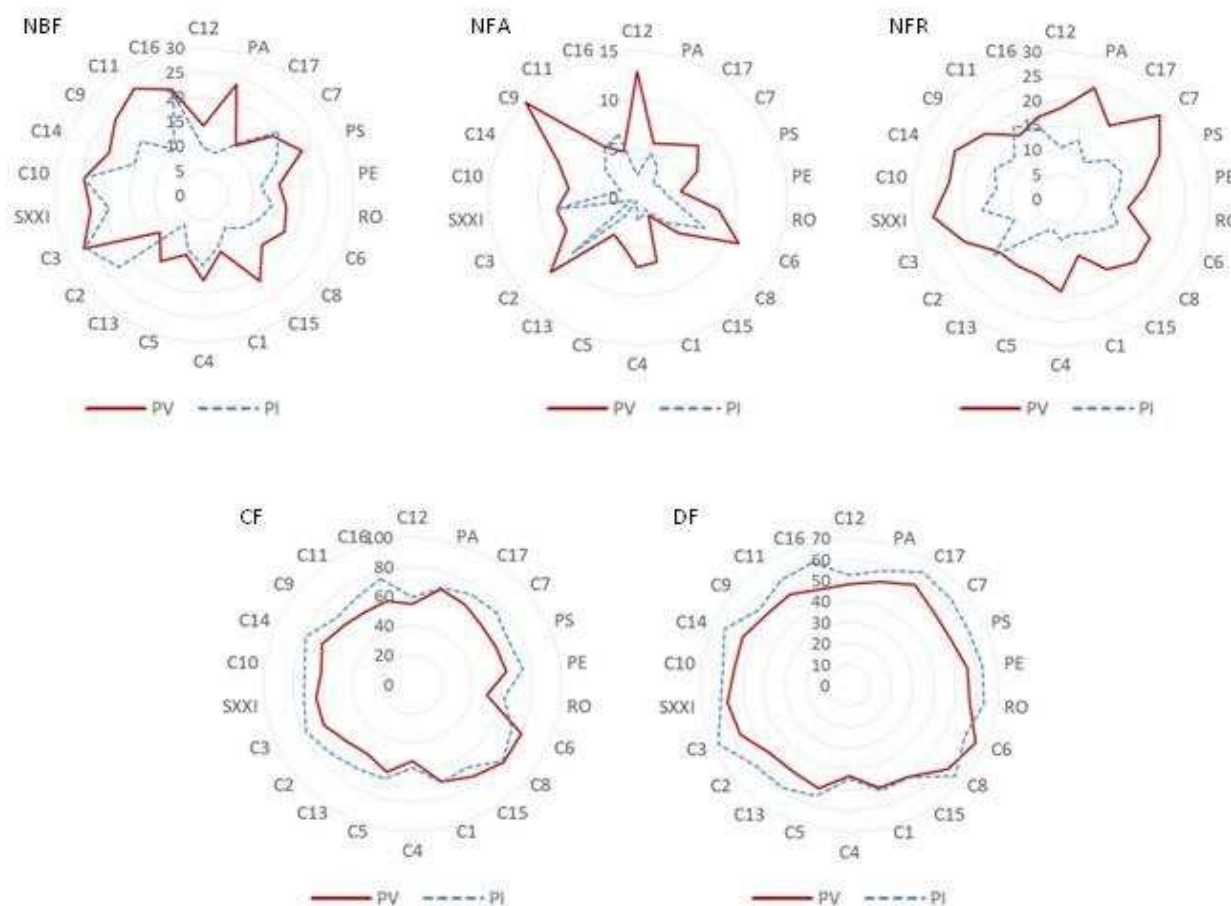


Figura 5. Gráfico radar demonstrando a variação no comportamento fenotípico de 22 genótipos de goiabeira observado em dois ciclos de produção, pela avaliação de caracteres nas fases reprodutivas: número de botão floral (NBF), de flor aberta (NFA) e de frutos (NFR); comprimento (CF) e diâmetro de frutos (DF). Podas realizadas no verão (PV) e no inverno (PI).

Quanto às correlações entre os caracteres da fase reprodutiva, observaram-se altas e significativas correlações para: CF x DF (1,00); CF x NBF (0,89); DF x NBF (0,87); NFA x NFR (0,78); NBF x NFR (0,70).

Considerando as fases vegetativas e reprodutivas, observou-se que diferença no período destas fases é em função dos genótipos e das épocas de poda. No geral, a poda realizada no verão, proporcionou um menor ciclo vegetativo. Entretanto, com a poda realizada no inverno o ciclo vegetativo foi estendido (Figura 6). A maior variação entre os genótipos foi observada na fase reprodutiva. O número de flores abertas foi a característica mais heterogênea entre os genótipos enquanto a distância de entrenós dos ramos plagiotrópicos foi a mais homogênea. As menores variações entre os genótipos ocorreram na poda de verão para os caracteres vegetativos (incremento e número de brotos dos ramos do ano) e para os caracteres reprodutivos (número de botão floral, flor aberta e frutos). O diâmetro dos frutos diferiu em até 34% entre os genótipos nas duas épocas de poda, sugerindo variabilidade da característica.

Altas correlações entre os caracteres das fases vegetativa e reprodutiva foram observadas. Correlação positiva e significativa foram verificadas entre as variáveis: IRA x DF (1,00); IRA x CF (1,00); NBRA x DF (0,83); IDO x NBF (0,83); CBRA x DF (0,82); DEB x DF (0,81); DEB x CF (0,73); IDP x NFA (0,72) (Tabela 2). Entretanto, pelo Teste de Mantel, verificou-se que as matrizes de distância dos agrupamentos não apresentaram correlação significativa entre os agrupamentos, mostrando que o comportamento dos genótipos agrupados não se manteve para todos os agrupamentos.

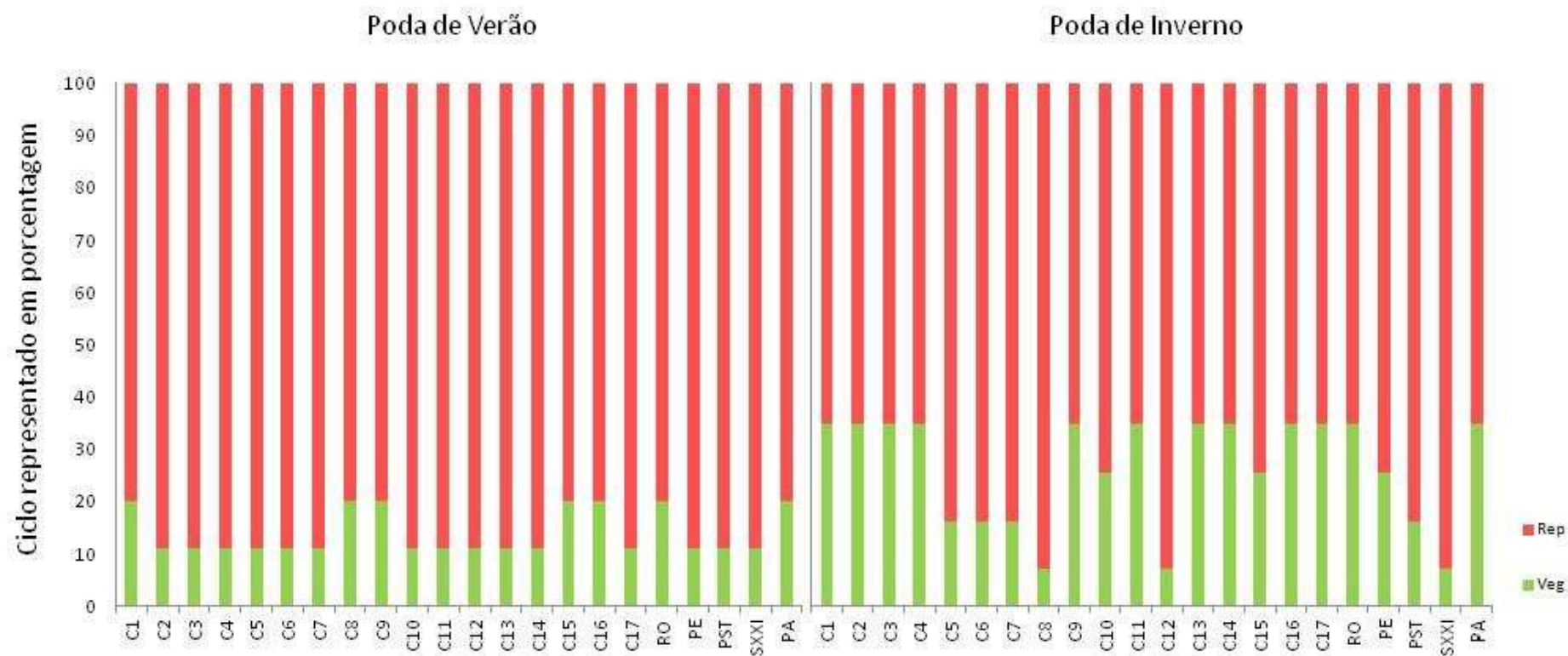


Figura 6. Representação da duração das fases vegetativa (Veg) e reprodutiva (Rep) do ciclo de produção de goiabeiras com a poda realizada no verão (a) e no inverno (b) em 22 genótipos de goiabeira. O valor de 100% corresponde a 225 dias após a poda de verão e 215 dias após a poda de inverno.

3.3 DIVERSIDADE QUANTO A OCORRÊNCIA DE PATÓGENOS E PRAGAS

A maior ocorrência de patógenos e pragas em campo foi verificada aos 135 dias após a poda de verão, para ferrugem, percevejo e psilídeo. A maior ocorrência de cochonilha foi aos 75 dias após a poda de verão. Na poda de inverno, a maior ocorrência de patógenos e pragas ocorreu aos 115 e 155 dias após a poda (Figura7).



Figura 7. Presença da ocorrência de ferrugem, cochonilha, percevejo, psilídeo e galhos rachados, em campo, avaliada em 22 genótipos de goiabeira durante o ciclo de produção com poda realizada no verão e no inverno.

Todos os genótipos apresentaram ferrugem durante o desenvolvimento de frutos com a poda no verão, mas com a poda no inverno, apenas em C16 e Petri foram verificados com ferrugem. Todos os genótipos apresentaram cochonilha na fase inicial de desenvolvimento dos frutos na poda de verão. Na poda de inverno, a presença de cochonilha foi verificada apenas nos genótipos C1, C7 e C10 na fase final de desenvolvimento dos frutos. Em relação à presença de percevejo na poda de verão, 17 genótipos apresentaram-no, à exceção dos genótipos C4, C11, C13, Roxa e Século XXI. Na poda de inverno apenas os genótipos C9, Roxa e Século XXI apresentaram percevejo. A presença de psílideo foi verificada na maioria dos genótipos, à exceção de C1, C10, C11, C13 e Roxa na poda de verão. Na poda de inverno não houve ocorrência (Figura 7).

No agrupamento a cultivar Século XXI foi a mais divergente (grupo I); as cultivares C14 e Paluma formaram o grupo II; o grupo III apresentou 55% dos genótipos: C4, C2, C15, C6, C8, Petri, C3, C5, C17, C16, C9 e C7, enquanto os genótipos Roxa, Pedro Sato, C1, C13, C11, C12 e C10 formaram o grupo IV (Figura 4).

Similaridades foram verificadas para os genótipos C1, C10 C11, C12, C13, Pedro Sato e Roxa (grupo III) que não apresentaram a ocorrência de pragas na poda de verão (Figura 8). Similaridades também foram verificadas entre as cultivares Paluma, C14 e Século XXI, que foram as únicas que apresentaram galhos rachados, mas apenas Século XXI não apresentou ferrugem aos 155 dias após a poda de verão.

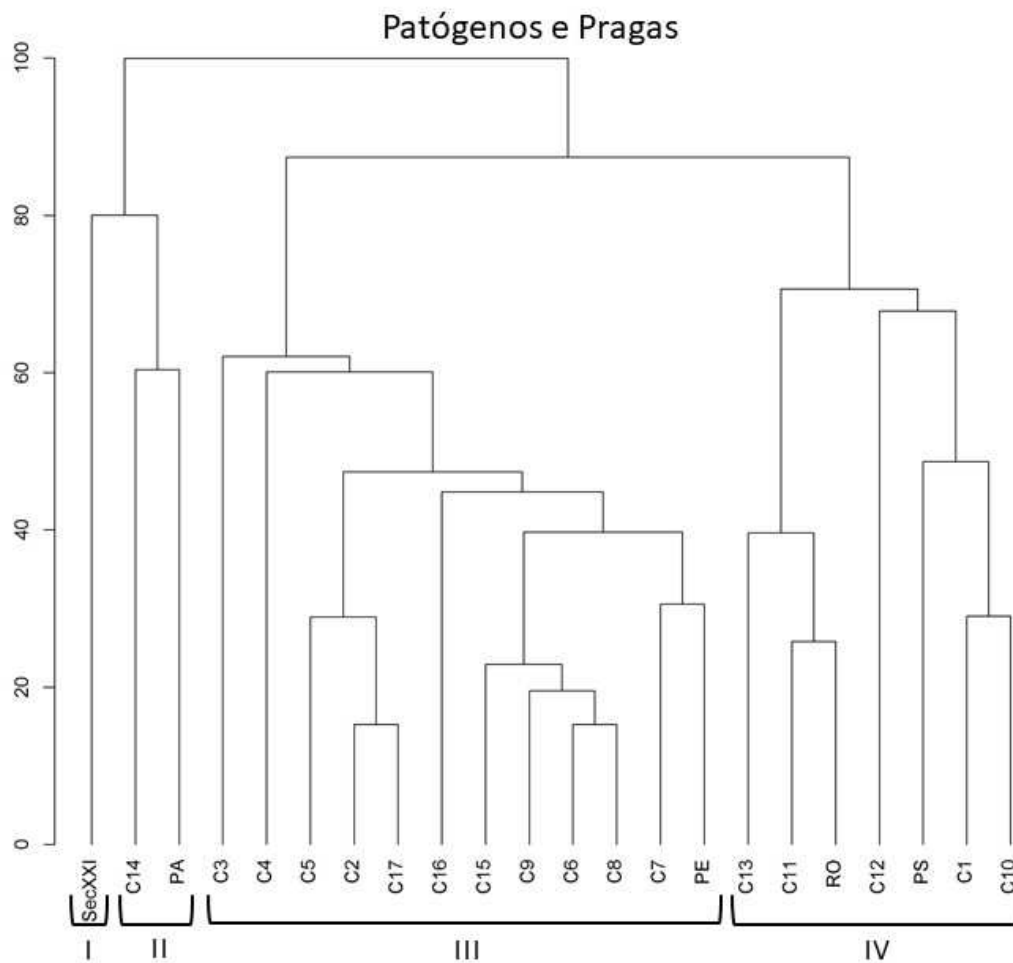


Figura 8. Diversidade de goiabeira baseada em informações fenotípicas relacionada a patógenos e pragas com dendograma obtido pelo método UPGMA, a partir das medidas de dissimilaridade entre 22 genótipos de goiabeira, baseado na distância Euclidiana média padronizada, com pontos de corte em 75% do nível de fusão, segundo Mojena (1977).

3.4 DIVERSIDADE BASEADA EM MARCADORES MICROSSATELITES

Em relação à diversidade genética baseada em marcadores moleculares, verificou-se a formação de dois grandes grupos (Figura 9). Um com 14 genótipos de Cortibel, Paluma, Petri e Roxa e o outro grupo formado por Século XXI, Pedro Sato, C15, C16 e C17. Considerando o ponto de corte em 58% do nível de fusão, o maior grupo se subdividiu em cinco menores: Paluma (grupo I); Petri e Roxa (grupo II); C6 e C2 (grupo III); C11, C5, C14, C4, C12, C8 e C7 (grupo IV); C1, C10, C13, C3 e C9 (grupo V), e o menor grupo se subdividiu em três: SXXI (VI); Pedro Sato (grupo VII); C17, C15 e C16 (grupo VIII).

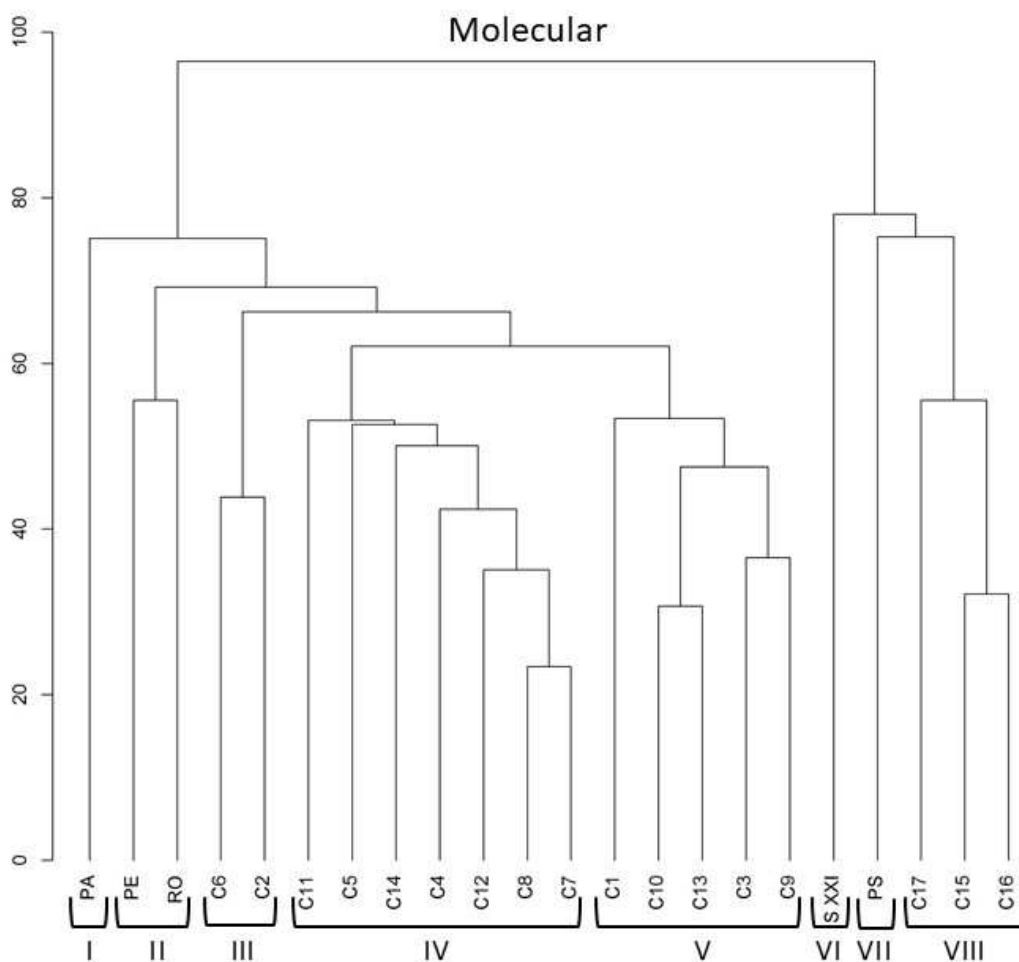


Figura 9. Diversidade de goiabeira baseada em análises por marcadores microsatélites com dendrograma obtido pelo método UPGMA, a partir das medidas de dissimilaridade entre 22 genótipos de goiabeira, baseado na distância Euclidiana média padronizada, com pontos de corte em 58% do nível de fusão, segundo Mojena (1977).

4. DISCUSSÃO

4.1 DIVERSIDADE NAS FASES VEGETATIVA E REPRODUTIVA

No melhoramento genético, geralmente são selecionadas plantas com características de arquitetura baixa e adequadas ao adensamento (FERREIRA et al., 2005). Quanto à arquitetura da planta (Incremento do ramo do ano e dos diâmetros ortotrópicos e plagiotrópicos), os genótipos C9, Século XXI, Petri, C5, C4 e C11 destacaram-se por apresentar maior translocação de fotoassimilados para as regiões de crescimento do ramo ortotrópico (IDO >4,0 cm). Enquanto os genótipos C12 e C2 demonstraram os maiores investimentos de fotoassimilados nos ramos plagiotrópicos (IDP >4,0 cm). A cultivar Século XXI também apresentou maiores investimentos de fotoassimilados nos caules, quando cultivada na região Noroeste Fluminense, situada a 21° 08' 02'' S e 41° 40' 47'' W, com altitude de 88 m (GOMES FILHO et al., 2010). Estes resultados corroboram a estabilidade desta característica, que mesmo em ambientes distintos, o comportamento foi mantido. Segundo Cilas et al. (2006) características arquitetônicas da planta são altamente hereditárias.

O incremento dos ramos do ano foi mais homogêneo entre os genótipos, na poda de verão, na qual os genótipos variaram em até 30%, enquanto no inverno a variação foi até 68%. Em relação às épocas de podas, 9% dos genótipos (C1 e C4) não tiveram alteração no incremento no ramo do ano entre as podas e 70% (C2, C3, C7, C8, C9, C10, C12, C13, C14, C15, C16, C17, Roxa, Petri, Pedro Sato, Século XXI e Paluma) apresentaram maior desenvolvimento na poda de inverno, comparada à de verão. Comportamento diferente foi observado em pomar de Paluma podadas no inverno (com sete anos de idade, espaçamento 7,0 x 6,5 m, localizado 21° 17'54"S, 41° 09'47"O a 23 m de altitude), onde o menor crescimento foi observado no inverno (SERRANO et al., 2008).

Foi observada uma menor variação dos genótipos nas distâncias de entrenós dos ramos plagiotrópicos (até 19%), em relação à distância de entrenós nos brotos (até 56%), região que está em pleno crescimento. Embora tenha sido observado que os genótipos com os menores valores de distância de entrenós nos brotos (C2 e Paluma) tenham apresentado os maiores números de brotos do ramo do ano, este comportamento não foi comum a todos os genótipos. Estes resultados sugerem que o número de brotações não está diretamente relacionado com as distâncias de entrenós, o que

também pode ser verificado com a ausência de correlação entre estas características. Carvalho e Zanette (2004) sugerem que o número de brotações é influenciado pela capacidade do genótipo em acumular reservas.

As diferenças quanto ao número e comprimento de brotos, entre os genótipos nas duas épocas de poda, corroboram os resultados obtidos por Serrano et al. (2008). A maioria dos genótipos apresentou maior número de brotos na poda de inverno, bem como maior ciclo vegetativo. Estes resultados diferiram dos relatados por Serrano et al. (2008), nos quais o genótipo Paluma apresentou maiores números de brotos na poda em dezembro e fevereiro, épocas mais quentes no ES. Todos os genótipos apresentaram maior crescimento dos brotos no ramo do ano na poda de verão. Estes resultados sugerem que o crescimento dos ramos em goiabeira é uma característica influenciada pelo ambiente e que em climas mais quentes, ocorre maior crescimento dos ramos. Em regiões de clima quente a brotação é mais rápida após a poda (RAMOS et al., 2011).

As similaridades da maioria dos genótipos para as características vegetativas, mostrada por mais de 50% dos genótipos terem sido agrupados, foi também relacionada à proximidade genética, pois destes genótipos 70% também foram agrupados na análise por dados moleculares. O genótipo C3 foi o mais divergente, diferenciando-se devido ao menor número de brotos na poda de inverno, menor comprimento dos brotos do ramo do ano nas duas podas, constância no número de botão floral e menor taxa de formação de frutos. A cultivar Século XXI também divergiu dos demais genótipos, por ter maior incremento do ramo do ano e o segundo maior incremento do diâmetro ortotrópico na poda de verão.

A alta correlação positiva e significativa observada para as características vegetativas: IDP x NBRA (0,79) evidencia que o número de brotos provavelmente seja influenciado pelas reservas acumuladas nos ramos plagiotrópicos da planta. A correlação entre e CBRA x NBRA (0,78) evidencia ausência de competição entre a emissão dos brotos e o seu crescimento. Esses resultados sugerem que plantas mais vigorosas tendem a ter melhor reestruturação vegetativa comparadas as com menor vigor.

Os ciclos de produção de goiabeiras variaram entre os genótipos e entre as podas, sendo menor no ciclo de verão (185 dias) em relação ao de inverno (215 dias). Na literatura foram reportadas variações, em dias, nos ciclos de produção de Paluma em relação a épocas de podas: 182 (poda em agosto), 168 (poda em outubro), 196 (poda dezembro) e 210 dias (poda em fevereiro) em São Francisco de Itabapoana-RJ

(SERRANO et al., 2008); 200 dias (poda em junho) em Petrolina, PE, (TEIXEIRA et al., 2003); 197 a 234 dias (poda em junho), em São Manuel-SP (RAMOS et al., 2011). Essas variações mostram a importância de estudos como este, para conhecimento do comportamento das plantas, para identificação dos melhores genótipos para as diferentes regiões e orientação de manejo.

A compreensão e identificação das fases vegetativas e reprodutivas de goiabeiras são de fundamental importância, para a melhoria da produção de um genótipo devido às influências das condições edafoclimáticas e do manejo da cultura (CORRÊA et al., 2002). Neste trabalho verificou-se que o tempo de duração de cada fase foi variável com o genótipo e também com a época de poda. Os genótipos com menor tempo de florescimento (30 dias) na poda de verão foram C8, Roxa e Paluma. Na poda de inverno este período foi mais tardio e maior. Os genótipos que apresentaram menor período de florescimento foram Paluma, Roxa, C14, C12, C11 e C3 que ficaram nesta fase entre 60 dias. Assim, demonstrou-se que o período de florescimento em goiabeiras aumenta com a baixa de temperaturas, sendo variável por genótipo e por época de poda. A cultivar Paluma ficou entre os genótipos de menor tempo com flores nas duas podas. O período de florescimento no verão foi similar aos relatados na literatura que variou entre: 28 e 84 dias (SERRANO et al. 2008a), 70 e 77 dias (TEIXEIRA et al., 2003) e 42 a 77 (SERRANO et al., 2008b).

O menor período com frutos foi de 100 dias tanto no verão (C6, Roxa, Pedro Sato e Século XXI) quanto no inverno (C1, C3, C4, C7, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, Roxa, Século XXI e Paluma). Assim, embora o ciclo de produção no inverno tenha sido maior, os genótipos em geral ficaram com fruto por menos tempo. Variações neste período foram relatados em função dos diferentes climas e manejo, a exemplo de: Paluma (126 dias - poda em agosto) e 140 dias com a poda em fevereiro (Serrano et al., 2008); e de 71 dias, com poda em outubro (RAMOS et al., 2010).

De acordo com Yruela (2015) a transição da fase vegetativa para reprodutiva está ligada a respostas de genes que controlam o desenvolvimento das plantas, tais como o início do florescimento, desenvolvimento do fruto e das folhas. Em relação aos caracteres vegetativos, os genótipos agrupados C1, C8, C9, C15, C16, Roxa e Paluma apresentaram fase vegetativa mais longa na poda de verão e na poda de inverno, à exceção de C8 e C15, que com a poda realizada no inverno apresentaram botão floral com 15 dias 55 dias, respectivamente.

Outra forma de visualização do maior investimento no desenvolvimento vegetativo, com a poda realizada no inverno foi verificado pelo maior crescimento de incremento do ramo do ano e número de brotos do ramo do ano, em geral. Ao deslocarem fotoassimilados para as regiões estruturais, ocorreu redução das estruturas reprodutivas, marcada pela diminuição do número de botão floral, flor aberta e frutos, assim como um menor porcentual de frutos formados, entretanto os frutos foram maiores. Há um antagonismo entre a fase vegetativa e a reprodutiva, pois enquanto a planta desenvolve vegetativamente ocorre uma redução no saldo de seiva para ser aplicado na frutificação (LARCHER, 2006). Neste sentido, este trabalho poderá embasar estudos aplicados na identificação de genes relacionados à regulação do florescimento visando obter informações que possam contribuir no controle do tempo de florescimento propiciando aumento da produtividade, principalmente pelas altas correlações verificadas entre as variáveis vegetativas e reprodutivas relacionadas à produção de frutos.

O número de botão floral e de flor aberta variou entre genótipos e podas. Os genótipos com maiores números de botões florais foram C3 (26 nas duas podas), C11 (26 na poda de verão), C10 (24 nas duas podas) e C2 (22 na poda de inverno), com destaque para C3 e C10 que mantiveram os maiores números de botões florais nas duas podas. A cultivar Paluma apresentou 24 botões florais com a poda de verão e nove com a poda de inverno. Em condições de clima subtropical, a cultivar Paluma apresentou maiores médias de botões florais por ramo (9) com plantas não podadas comparadas às podas feitas em junho e julho (RAMOS et al., 2011). A cultivar Século XXI apresentou 23 botões florais na poda de verão e 19 com a poda no inverno. Estes resultados sugeriram que em climas mais frios a tendência é ter redução no número de botão floral de goiabeiras.

Para a maioria dos genótipos, os maiores valores de número de frutos foram obtidos na poda de verão, corroborando com dados obtidos por Ramos et al. (2010). Comportamento contrário foi observado nos genótipos C2 e C11, os quais apresentaram maior número de frutos na poda de inverno, sugerindo que estes genótipos, podem ser melhor estudados quanto à indicação de plantio em regiões mais frias. Ainda sobre o número de frutos, os genótipos C7, Século XXI, Paluma, C14 e C10 destacaram-se por apresentar os melhores resultados na poda de verão e os genótipos C2, C11, Século XXI, C16 e C14, na poda de inverno. Ressalta-se que as cultivares Século XXI e C14 apresentaram maiores números de frutos nas duas podas, sugerindo ausência de

influência quanto à poda. A goiabeira Paluma, cultivada em Pedro Canário-ES, apresentou os maiores números de frutos por planta, quando podada em fevereiro (SERRANO et al., 2007). Entretanto esta mesma cultivar, quando cultivada na Região Norte Fluminense –RJ, apresentou maiores números de frutos com a poda realizada em agosto (SERRANO et al., 2008a). A cultivar Pedro Sato apresentou o quarto maior número de frutos nas duas podas. Esta mesma cultivar, plantada em Lavras/MG, podada em agosto produziu o maior número de frutos, com a poda em setembro (RAMOS et al., 2010). Estes resultados evidenciam que o número de frutos é uma característica que apresenta variações entre os genótipos, sofrendo alterações em relação às épocas de podas e condições climáticas locais, sendo necessário o conhecimento, para indicar manejos e genótipos mais adaptados para região. Entretanto, os genótipos Século XXI e C14 apresentaram menor variação para essa característica em diferentes épocas de poda.

Outro fator importante a ser observado é o índice de frutos formados (%FF), utilizado como um indicativo da estimativa da produção, com objetivo de gerar, com antecedência, informações úteis para o cálculo de adubação, cotação de preços, preparativos logísticos e comercialização (CORRÊA et al., 2002). Diante dos resultados do percentual de frutos formados, percebeu-se que a poda de verão favoreceu o aumento nesta porcentagem para a maioria (68%) dos genótipos. A cultivar Roxa apresentou baixas taxas de frutos formados nas duas podas (54% e 56%, para as podas de verão e de inverno, respectivamente), o que mostra ser característico deste genótipo ter alta taxa de abortamento (Tabela 1).

Na comercialização de goiabeiras, o tamanho dos frutos é um indicativo de seleção, levando-se em consideração que a demanda é de frutos de maiores tamanhos para consumo *in natura*, enquanto os menores são destinados às indústrias (NIMISHA et al., 2013). Neste sentido, a caracterização do tamanho dos frutos dos genótipos e o conhecimento dos fatores que podem influenciar no tamanho dos frutos são essenciais para atender a cadeia produtiva de goiaba. Observou-se que há variação no tamanho dos frutos, 50 a 81 mm no comprimento e de 43 a 67 mm no diâmetro dos frutos dos 22 genótipos de goiabeiras. Os resultados deste trabalho estão entre os encontrados na literatura para goiabeira (LIMA; ASSIS; GONZAGA NETO, 2002; SERRANO et al., 2008; RAMOS et al., 2010; RAMOS et al., 2011). No inverno os frutos variaram menos quanto ao comprimento e no verão variaram menos no diâmetro. Variações entre diâmetros de frutos foram observadas entre plantas da cultivar Paluma em relação a diferentes épocas de poda (RAMOS et al., 2010).

Analisando apenas os genótipos com maior número de frutos (C7, C9, C10, C14 e Paluma) verificou-se que foram agrupados quanto ao comportamento vegetativo, e foram mais diversos quanto ao comportamento reprodutivo no qual C7 e Paluma ficaram em um grupo, enquanto C9, C10 e C14 em outro grupo. Em relação à diversidade relacionada a patógenos e pragas os genótipos C14 e Paluma mantiveram proximidade assim como C7 e C9.

Dos dois grandes grupos de genótipos observados pela análise das características reprodutivas, 69% de genótipos coincidiram com um dos grupos obtidos na análise molecular, bem como quanto ao comportamento vegetativo. Na subdivisão destes grupos percebeu-se que o grupo IV (C3, Século XXI, C9, C10, C11, C14 e C16) foi caracterizado por apresentar genótipos com os maiores números de frutos e o grupo III (C2) o maior valor de número de botão floral, flor aberta e frutos na poda de inverno. Esses comportamentos podem ter contribuído para diferenciação do grupo III e IV dos demais.

As correlações existentes entre as variáveis de florescimento com as de frutificação são esperadas, pois quanto maior as possibilidades de BF e FA, maiores as chances de formação de frutos. Tanto o florescimento quanto a frutificação influenciam na produção das plantas, podendo variar em função de fatores ambientais e de manejo do pomar (CORRÊA et al., 2002). Às correlações entre o número de botão floral com os de tamanho de frutos (comprimento e diâmetro de frutos), sugerem que as plantas que apresentam maiores investimentos em formação de frutos, possivelmente, por apresentarem mais reservas (fonte), sendo mais vigorosas, culminando com a possibilidade de formarem frutos maiores (drenos). Verificou-se também que o padrão de crescimento dos frutos é proporcional, e que à medida que aumenta o diâmetro, tem-se também um aumento do comprimento dos frutos, sendo os padrões de tamanho, variável por genótipo. Essa relação de aumento do comprimento e do diâmetro do fruto também pode ser verificada com a curva (tipo sigmoidal dupla) de crescimento de frutos da cultivar Paluma (SERRANO et al., 2008).

Analisando as correlações entre os caracteres vegetativos e reprodutivos, observou-se que as características de arquitetura da planta, contribuíram na formação de flores e frutos, assim como para o diâmetro de frutos. Esse comportamento pode ser explicado, pois com a poda as plantas translocam os fotoassimilados das gemas presentes nas partes da planta que sobraram após a poda (SOUSA, 2005) para formar novas estruturas (brotos, ramos, botões florais e flores). Os ramos (fonte) por sua vez, à

medida que vão sendo formados passam a contribuir para a formação de mais fotoassimilados que posteriormente são translocados para o desenvolvimento dos frutos (drenos) (TAIZ; ZEIGER, 2013).

4.2 DIVERSIDADE QUANTO A OCORRENCIA DE PATÓGENOS E PRAGAS

No melhoramento genético, a busca por genótipos resistentes a pragas e doenças é constante (FERREIRA et al., 2005; ALMEIDA et al., 2012), uma vez que a produção é afetada, gerando prejuízos ao agricultor. A diferença dos genótipos frente à presença de pragas e doenças ocorridos no pomar de produção evidenciou a diversidade entre os genótipos. Assim, verificaram-se genótipos com menor ocorrência de ferrugem (C1, C3, C6, C10, C11, C15 e Roxa) e também genótipos que não apresentaram danos por psilídeo (C1, C10, C11, C12, C13, Roxa e Pedro Sato) e percevejo (C4, C11 e C13), sugerindo resistência de campo a pragas e doenças. Em estudos anteriores do grupo de pesquisa, verificou-se que quanto à composição de óleos essenciais das folhas, os genótipos C10 e C13 apresentaram quimiotipo de óleo essencial distinto dos demais, com elevados níveis de: Elemol, *trans*-Nerolidol, β -Eudesmol e *trans*-(2Z-6Z)-Farnesol, o que podem ter contribuído para a resistência destes genótipos. Enquanto o genótipo C11 destacou-se pelo rendimento de óleo essencial e por apresentar níveis elevados de β -Selinene, α -Selinene, Hinesol, 14-Hydroxy-*epi*-(*E*)-Caryophyllene (SOUZA et al., 2015).

Houve menor ocorrência de pragas e doenças na poda de inverno, com redução de ferrugem e cochonilhas. Na Poda de verão foi observada cochonilha em todos os genótipos e na poda de inverno apenas nos genótipos C1, C7, C10 e C16. Ferrugem também foi verificada em todos os genótipos na poda de verão, e em apenas a cultivar Petri com a poda no inverno. Esses resultados corroboram com os de Martins et al. (2012) que observaram menor incidência de ferrugem com as podas realizadas em maio e outubro. Os autores mencionam ainda, que o ciclo de produção de goiaba a partir da poda de frutificação, realizada em janeiro, favorece o surgimento da epidemia de ferrugem (*P. psidii*), para as condições de cultivo da goiabeira na região Norte Capixaba. Práticas agrícolas, como pulverização com produtos químicos, ensacamento de frutos e outras, vem sendo utilizadas como medida preventiva ao ataque de patógenos e pragas (GOES; MARTINS; REIS, 2004; SERRANO et al., 2008).

Entretanto, tais práticas aumentam o custo de produção, o que demonstra a necessidade de encontrar genótipos resistentes.

Os genótipos Século XXI, Paluma e C14 foram agrupados possivelmente por serem os únicos que apresentaram galhos rachados. A quebra dos galhos possivelmente é devido a alta capacidade produtiva destes genótipos, principalmente por se destacarem entre os que apresentaram maiores números de frutos. Além disso, a cultivar Século XXI também está entre os genótipos com maiores tamanhos de frutos. O que provavelmente fez diferir os genótipos Paluma e C14 da cultivar Século XXI foi a ocorrência de percevejo durante a poda de inverno ter sido verificada apenas na cultivar Século XXI. Outra possível contribuição para a separação entre o grupo III e IV foi a ocorrência de psíldeo, não verificada nos genótipos do grupo IV, mas sim nos genótipos do grupo III.

4.3 DIVERSIDADE FENOTÍPICA VS GENOTÍPICA

Os genótipos de goiabeiras apresentaram diversidade quanto às características vegetativas, reprodutivas e de presença de patógenos no campo. Esta diversidade foi confirmada por análises moleculares, mostrando que a combinação de análises morfológica e moleculares são eficientes para verificar a diferenciação do comportamento dos genótipos, o que também foi verificado por Rodriguez et al., (2010). Os genótipos mais similares foram C7 e C8, nos aspectos moleculares, vegetativos, reprodutivos e na presença de pragas e patógenos. Estes genótipos mantiveram um comportamento similar em ambientes diferentes, considerando as características morfológicas descritivas de goiabeiras e utilizando-se diferentes marcadores moleculares (COSER et al., 2012). A cultivar Século XXI foi a mais divergente, por apresentar-se isolada na análise molecular, nas análises com dados vegetativos e em relação à presença de patógenos e pragas. Os resultados moleculares corroboram o descrito por Coser et al. (2012). Entretanto, é descrito na literatura similaridade entre a cultivar Século XXI e a Cortibel 3, quanto a aspectos morfológicos e moleculares (GOMES FILHO et al., 2010). A cultivar C2 também apresentou divergência pronunciada em relação aos demais genótipos, pois apesar de ter se agrupado com C6 na análise molecular, não se agrupou aos demais genótipos na fase reprodutiva e na fase vegetativa, e só apresentou similaridade com C4. Grupos formados

por apenas um indivíduo apontam na direção de que tais indivíduos sejam mais divergentes em relação aos demais (BARROS et al., 2005).

As cultivares C14 e Paluma apresentaram similaridades na fase vegetativa, e na presença de patógenos e praga, enquanto as cultivares Petri e Pedro Sato evidenciaram proximidade na fase vegetativa e reprodutiva. Nos dois casos verificou-se divergência molecular entre os genótipos, sugerindo divergência genética embora tenham apresentado similaridades no comportamento fenotípico destas cultivares. A influência da interação do genótipo com o ambiente é relatada como um fator primordial para a manifestação fenotípica de goiabeiras (SOUZA JÚNIOR et al., 2002). As cultivares Pedro Sato e Paluma apresentaram similaridade na fase reprodutiva, mas se diferiram-se quanto à análise molecular, fase vegetativa e quanto à ocorrência de patógenos e pragas. Os genótipos C3 e C9 foram similares quanto aos aspectos moleculares, reprodutivos e relacionados à presença de pragas ou patógenos, mas foram divergentes a fase vegetativa.

O estudo da diversidade nas fases vegetativas e reprodutivas permitiu identificar genótipos superiores. Selecionando os genótipos que estão entre os que apresentaram maior número de frutos nas duas épocas e verificando as demais variáveis analisadas, percebeu-se que a cultivar Século XXI sofreu pouca variação em relação as épocas de poda na fase reprodutiva, podendo ser uma cultivar podada em ambas as épocas do ano.

O genótipo Cortibel 8 apresenta maiores tamanhos de frutos nas duas podas, e com alta porcentagem de frutos formados, podendo assim ser explorados em programas de melhoramento genético. Destacou-se também por ter ciclo curto de florescimento na poda de verão.

O genótipo Cortibel 10 ficou entre os genótipos com maiores número de frutos com tamanhos médios. Também apresentou boas taxas de frutos formados (73%), e, alto incremento de ramo do ano na poda de verão, o que mostrou a dificuldade de plantio adensado. Embora tenha sido verificada a incidência de ferrugem durante o ciclo da poda de verão, ela apresentou menor ocorrência em relação aos demais genótipos.

O genótipo Cortibel 11 apresentou alta capacidade produtiva na poda de inverno, com 100% de frutos formados dos frutos que apresentaram tamanhos medianos. Também apresentou menor ocorrência de patógenos e pragas em campo. Este genótipo obteve melhor desempenho produtivo em condições de poda seja realizadas em época fria.

O genótipo Cortibel 14 caracterizou-se pela boa quantidade de frutos formados nas duas épocas de poda, com altos percentuais de frutos formados. Seus frutos foram medianos, a planta apresentou baixo incremento do ramo do ano. Assim, este genótipo pode ser alternativa para produtores que visam plantio adensados, visto que seu restabelecimento vegetativo é menor, ocupando menor área.

5. CONCLUSÕES

A diversidade existente nas fases vegetativa e reprodutiva é variável para os genótipos de goiabeiras estudados, possibilitando o uso destes genótipos em programas de melhoramento. As maiores variações entre os genótipos são na fase reprodutiva quando comparada a vegetativa.

A diversidade genética avaliada por marcadores moleculares contribui na identificação de similaridades de padrões genéticos e morfológicos. Os genótipos Cortibel 7 e Cortibel 8 são os mais similares geneticamente e morfolologicamente.

A época de poda influencia no comportamento dos genótipos quanto aos caracteres vegetativos, reprodutivos e relacionados a ocorrência de patógenos e pragas em campo. A poda realizada no verão favorece um menor ciclo de produção e um menor ciclo vegetativo. A poda realizada no inverno reduz de ocorrência de patógeno e pragas em campo.

O estudo da diversidade nas fases vegetativas e reprodutivas e relacionada a patógenos e pragas permite identificar genótipos superiores. O genótipo Cortibel 8 tem curto ciclo de florescimento, os frutos são grandes independente da época de podas. O genótipo Cortibel 11 apresenta maior possibilidade de resistência a patógenos e pragas em campo. O genótipo Cortibel 14 tem um menor reestabelecimento vegetativo após a poda, podendo ser uma alternativa para produtores que visam adensamento de plantio. A cultivar Século XXI, apresenta elevado número de frutos de tamanho mediano independente da época de poda.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo - FAPES, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. J.; WICKERT, E.; SANTOS, J. M.; MARTINS, A. B. G. Analysis of genetic variability of *Psidium* spp. (Myrtaceae) access evaluated for resistant to *Meloidogyne enterolobii*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 2, p. 532-539, 2012.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 139-145, 2004.

BARROS, A. M.; FALEIRO, F. G.; KARIA, C. T.; SHIRATSUCHI, L. S.; ANDRADE, R. D.; LOPES, G. K. B. Variabilidade genética e ecológica de *Stylosanthes macrocephala* determinadas por RAPD e SIG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 9, p. 899-909, 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. Normas climatológicas 1961- 1990. Brasília, 1992, 84 p.

BOTI, J. B.; MADALON, F. Z.; DE OLIVEIRA, B. R.; & HADDADE, I. R. Insetos provocadores de danos em folhas, flores e frutos da goiabeira (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) nos pomares conduzidos em sistema de cultivo convencional e orgânico, no município de Santa Teresa-ES. **Natureza** (online), 2016. Disponível em: <http://naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/NOL20150802.pdf> . Acesso em 20 de maio 2017.

BUENO, L. C. de S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. de. **Melhoramento de plantas**: princípios e procedimentos. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 319 p.

CARVALHO, R. I. N. D.; ZANETTE, F. Dormancy dynamics of 'imperial Gala'apple tree buds during autumn and winter in a region of low chill occurrence. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 65-68, 2004.

CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Índices de maturidade para goiabeiras ‘Kumagai’ e ‘Paluma’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 176-179, 2006.

CHANDRA, R.; MISHA, M. Biotechnological Interventions for Improvement of Guava (*Psidium guajava* L.). **Acta Horticulturae** 735: p. 117-126, 2007.

CHEN, HUI-YIN; YEN, Gow-Chin. Antioxidant activity and free radical-scavenging capacity of extracts from guava (*Psidium guajava* L.) leaves. **Food Chemistry**, v. 101, n. 2, p. 686-694, 2007.

CILAS, C.; BAR-HEN, A.; MONTAGNON, C.; GODIN, C. Definition of architectural ideotypes for good yield capacity in *Coffea canephora*. **Annals of Botany**, v. 97, n. 3, p. 405-411, 2006.

CORRÊA, M. C. D. M.; PRADO, R. D. M.; NATALE, W.; SILVA, M. A. C. D.; PEREIRA, L. Índice de frutos formados de frutos em goiabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 783-786, 2002.

COSER, S. M.; FERREIRA, M. F. S.; FERREIRA, A. Diversidade genética de seleções de goiabeiras cortibel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 391-399, 2014.

COSER, S. M.; DA SILVA FERREIRA, M. F.; FERREIRA, A.; MITRE, L. K.; CARVALHO, C. R.; CLARINDO, W. R. Assessment of genetic diversity in *Psidium guajava* L. using different approaches. **Scientia Horticulturae**, v. 148, p. 223-229, 2012.

COSTA, T. S.; DA SILVA, A. V. C.; DA SILVA LÉDO, A.; DOS SANTOS, A. R. F.; DA SILVA JÚNIOR, J. F. Diversidade genética de acessos do banco de germoplasma de mangaba em Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 5, p. 499-508, 2011.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: biometria. Universidade Federal de Viçosa, 2012.

DENEGA, S.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F. Phenological behaviour of *Vitis rotundifolia* cultivars in Pinhais–PR. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 101-108, 2010.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. **Focus**, v. 12, p. 13-15, 1990.

FERREIRA, A.; CECON, P. R.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, R. G.; SILVA, M. D.; FONSECA, A. D.; FERRÃO, M. A. G. Seleção simultânea de *Coffea canephora* por meio da combinação de análise de fatores e índices de seleção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1189-1195, 2005.

GOES, A. D.; MARTINS, R. D.; REIS, R. F. D. Efeito de fungicidas cúpricos, aplicados isoladamente ou em combinação com mancozeb, na expressão de sintomas de fitotoxicidade e controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, 2004.

GOMES FILHO, A.; DE OLIVEIRA, J. G.; VIANA, A. P.; SIQUEIRA, A. P. O.; OLIVEIRA, M. G.; PEREIRA, M. G. Marcadores moleculares RAPD e descritores morfológicos na avaliação da diversidade genética de goiabeiras (*Psidium guajava* L.). **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 4, p. 627-633, 2010.

GUAVAMAP. Generation and screening of microsatellite markers (SSRs) in Guava. Disponível em: <http://www.neiker.net/neiker/guavamap/for1-6a.html>. Acesso em: 20 de jun. 2016.

HOJO, R. H.; CHALFUN, N. N. J.; HOJO, E. T. D.; VEIGA, R. D.; PAGLIS, C. M.; LIMA, L. D. O. Produção e qualidade dos frutos da goiabeira 'Pedro Sato' submetida a diferentes épocas de poda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 357-362, 2007.

JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M.; PEREIRA, M.; LIMA, M. M.; CHAVES, R. D. C. **Doenças da goiabeira no cerrado**. Embrapa Cerrados, p. 31, 2001.

KAUR, G; SINGH,S.; GOYAL, S.; SHARMA, B.; SIDDIQUI, A.; MISHRA, R. Pytochemical investigation and evaluation of anti-anxiety activity on psidium guajava linn. LEAF. **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 6, n. 1, p. 1332-1341, 2016.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2006. 531p.

MARTINS, M. V. V.; SERRANO, L. A. L.; DE MELO, I. L.; DE OLIVEIRA, E. B. Incidência e controle químico da ferrugem da goiabeira em diferentes épocas de poda na região norte do Espírito Santo. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 178-184, 2012.

MORELLATO, L. P. C.; TALORA, D. C.; TAKAHASI, A.; BENCKE, C. C.; ROMERA, E. C.; ZIPPARRO, V. B. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study 1. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 811-823, 2000.

NIMISHA, S.;KHERWAR, D.; AJAY K. M.; SINGH,B.; USHA, K. Molecular breeding to improve guava (*Psidium guajava* L.): Current status and future prospective. **Scientia Horticulturae**, v. 164, p. 578-588, 2013.

PEREIRA, F. M., NACHTIGAL, J. C. Melhoria da goiabeira. BRUCKNER C. H. **Melhoramento de Fruteiras Tropicais** (ed.), Viçosa, MG: UFV, p. 267-289, 2002.

RAMOS, D. P.; LEONEL, S.; DA SILVA, A. C.; DE SOUZA, M. E.; DE SOUZA, A. P.; FRAGOSO, A. M. Épocas de poda na sazonalidade, produção e qualidade dos frutos da goiabeira 'Paluma'. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, p. 909-918, 2011.

RAMOS, D. P.; SILVA, A. C. D.; LEONEL, S.; COSTA, S. M.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Produção e qualidade de frutos da goiabeira 'Paluma', submetida à diferentes épocas de poda em clima subtropical. **Revista Ceres**, v. 57, n. 5, p. 659-664, 2010.

RISTERUCCI, A. M.; DUVAL, M. F.; ROHDE, W.; BILLOTTE, N. Isolation and characterization of microsatellite *loci* from *Psidium guajava* L. **Molecular Ecology Notes**, v. 4, p. 745-748, 2005.

SANTOS-LIMA, T. M.; SANTOS, D.; SOUZA, R.; BASTOS, N.; VANNIER-SANTOS, M. A.; NUNES, E.; DIAS-LIMA, A. G. Plantas medicinais com ação antiparasitária: conhecimento tradicional na etnia Kantaruré, aldeia Baixa das Pedras, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, n. 1, supl. 1, p. 240-247, 2016.

SERRANO, L. A. L., MARINHO, C. S., GABETTO, M., & TARDIN, S. F. D. Características fenológicas e produtivas da goiabeira 'paluma' podada em diferentes épocas e intensidades no norte fluminense. **Revista Ceres**, v. 55, n. 5, p. 416-424, 2008a.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; LIMA, I. D. M.; MARTINS, M. V. V.; RONCHI, C. P.; TARDIN, F. D. Fenologia da goiabeira 'Paluma' sob diferentes sistemas de cultivos, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 701-7012, 2008b.

SERRANO, L. A. L.; MARINHO, C. S.; RONCHI, C. P.; LIMA, I. D. M.; MARTINS, M. V. V.; TARDIN, F. D. Goiabeira 'Paluma' sob diferentes sistemas de cultivo, épocas e intensidades de poda de frutificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 785-792, 2007.

SINGH, A.; KUMAR, S.; KULLOLI, R. N. Performance Evaluation of Guava (*Psidium guajava* L.) Introductions in Arid Conditions of Western Rajasthan. **Annals of Arid Zone**, v. 55, n. 1&2, p. 25-28, 2016.

SOLIMAN, F. M.; FATHY, M. M.; SALAMA, M. M.; SABER, F. R. Comparative study of the volatile oil content and antimicrobial activity of *Psidium guajava* L. and *Psidium cattleianum* Sabine leaves. **Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University**, v. 54, n. 2, p. 219-225, 2016.

SOUZA, J. I. **Poda das plantas frutíferas**. NBL Editora, 2005.

SOUZA JÚNIOR, E. E.; DUARTE, J. B.; CHAVES, L. J. Estabilidade fenotípica em goiabeira (*Psidium guajava*, L.) com ênfase em peso de fruto, precocidade e período de colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 32, n. 2, p. 97-103, 2002.

SOUZA, T. S. **Perfil cromatográfico do óleo essencial e diversidade quimiotípica de *Psidium guajava* L.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TEAM, R Core. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível na Internet via <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 19 de jan. 2017.

TEIXEIRA, A. D. C.; BASSOI, L. H.; REIS, V. D. S.; SILVA, T. D.; FERREIRA, M. D. N.; MAIA, J. L. T. Estimativa do consumo hídrico da goiabeira, utilizando estações agrometeorológicas automática e convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 457-460, 2003.

YRUELA, I. Plant development regulation: overview and perspectives. **Journal of plant physiology**, v. 182, p. 62-78, 2015.

7. APÊNDICES

Apêndice 1. Tabela de ranqueamento dos 22 genótipos de goiabeira em ordem decrescente para os caracteres avaliados nas fases vegetativas e reprodutivas durante o ciclo de produção com poda realizada no verão e no inverno

ORDEM	Fase Vegetativa										Fase Reprodutiva									
	IDO	IDP	DEB	DEP	IRA PV	IRA PI	NBRA PV	NBRA PI	CBRA PV	CBRA PI	NBF PV	NBF PI	NFA PV	NFA PI	NFR PV	NFR PI	CF PV	CF PI	DF PV	DF PI
1	C9	C12	C13	C9	C17	C12	C2	RO	C4	C6	C3	C3	C9	C2	C7	C2	C8	C8	C6	C3
2	SXXI	C2	C6	C17	SXXI	C7	C4	C16	C14	C7	C11	C10	C12	SXXI	SXXI	C11	C6	C14	C8	C8
3	PE	PA	C14	C15	C7	C8	PA	SXXI	C2	C2	C10	C2	C2	C6	PA	SXXI	C15	C3	SXXI	C14
4	C5	C15	C8	PS	C10	C16	C17	C14	C6	C14	PA	C16	C6	C16	C14	C16	C1	PE	RO	C17
5	C4	PE	C4	C13	PS	C9	C3	C5	RO	C16	C9	C7	C14	C11	C10	C14	PA	C16	C17	RO
6	C11	C10	C7	C11	C6	C13	C13	C17	C16	RO	SXXI	SXXI	SXXI	PA	PS	PS	C14	C7	C3	C7
7	C15	C9	C3	RO	PA	PS	PS	C15	PA	C8	C16	C9	RO	C9	C3	C10	C3	SXXI	PE	PE
8	C8	SXXI	C11	PA	C12	SXXI	C12	C8	C8	C11	PS	PS	C7	RO	C9	C9	SXXI	C6	C14	PS
9	C12	C6	C15	C1	C13	PA	C9	C7	C10	C10	C15	C14	C3	C8	C8	PA	C17	C10	C10	SXXI
10	C13	C8	PS	SXXI	C1	C10	C5	C9	C1	C12	C14	C4	C4	C17	C6	C6	PE	C17	C7	C16
11	PS	PS	C10	C7	C9	C17	C10	PA	C17	C17	C7	RO	C10	C10	C4	C7	C5	C2	PS	C10
12	C3	C11	PE	C4	C8	C3	C6	C6	C12	PE	C6	C17	C1	PE	C12	PE	C10	PS	C15	C11
13	PA	C4	C9	C3	C3	RO	C7	C11	C15	C13	C4	C6	PS	PS	C17	C12	PS	C11	C11	C6
14	C14	RO	C5	C10	C4	C14	C11	C13	C11	C15	RO	C5	C17	C12	C16	C3	C7	C1	C5	C2
15	C7	C3	C17	C14	C11	C1	C14	C2	PS	C4	C13	PE	C11	C4	C15	RO	C9	PA	PA	C13
16	C6	C1	RO	C12	C15	C15	RO	C4	C9	SXXI	C8	C11	PA	C13	PE	C8	C16	C13	C9	PA
17	C1	C13	C1	C6	C14	C4	C8	C12	C7	C9	PE	C1	C8	C7	C2	C13	C2	C9	C1	C9
18	RO	C16	SXXI	C16	C16	PE	PE	PE	C13	PA	C12	C8	C5	C1	C5	C17	C11	C15	C2	C5
19	C16	C17	C12	C8	C5	C6	SXXI	PS	C5	C5	C5	C12	C16	C14	C13	C4	C13	C5	C13	C1
20	C2	C5	C16	C2	PE	C11	C1	C10	SXXI	PS	C1	PA	C13	C15	C11	C15	C12	RO	C12	C15
21	C10	C7	PA	C5	C2	C5	C16	C1	PE	C1	C17	C15	PE	C3	RO	C1	C4	C12	C16	C12
22	C17	C14	C2	PE	RO	C2	C15	C3	C3	C3	C2	C13	C15	C5	C1	C5	RO	C4	C4	C4

Legenda: diâmetro do ramo ortotrópico (IDO) e plagiotrópicos (IDP); distância dos entrenós nos brotos (DEB) e nos ramos plagiotrópicos (DEP); incrementos médios: ramo do ano (IRA); número de brotos (NBRA); tamanho de brotos do ramo no ano (CBRA); número de: botão floral (NBF), flor aberta (NFA) e frutos (NFR); comprimento (CF) e diâmetro de frutos (DF).

ARTIGO II

Genetic parameters of pollen viability in guava (*Psidium guajava* L.)*

**Nas normas da revista "Australian Journal of Crop Science".*

Séphora Neves da Silva¹, Matheus Alves Silva¹, Tiago de Souza Marçal², Adésio Ferreira², Milene Miranda Praça Fontes¹, Marcia Flores da Silva Ferreira¹

1 Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas Naturais e da Saúde, Departamento de Biologia. Alto Universitário. 29.500-000 Alegre – ES, Brazil

2 Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Exatas, Departamento de Produção Vegetal. Alto Universitário. 29.500-000 Alegre – ES, Brazil

Abstract

Pollen viability is essential for the sexual reproduction in plants. Genetic and environmental factors as well as plant age can influence this characteristic. In this work, pollen viability was studied in guava (*Psidium guajava* L.), a cross-pollination species. The genetic parameters for this characteristic were estimated considering 22 genotypes, two environments and different plant ages. For that, the pollen viability of the genotypes was evaluated for three years (2013, 2014 and 2015) in two experimental orchards (installed in randomized block design, with three blocks and two plants per plot) and at two different regions of the state of Espírito Santo, Brazil. The plants were analyzed at 19, 24 and 38 months of age in the years 2013 and 2014 in Mimoso do Sul (ES) and 2015 in Linhares (ES), respectively. The flower buds, at pre-anthesis stage, were collected, fixed in ethanol:acetic acid (3:1) and stored at -20°C. Pollen viability was obtained by colorimetric methods (Alexander's, Acetic Orcein and Lugol dyes) and the genetic parameters estimated by means of mixed models. The pollen viability of the genotypes was high, with an overall mean of 93.46% in the three harvests. Mean heritability was lower in the harvests of 2013 (0.479) and 2014 (0.126) in relation to 2015 (0.583), indicating a slighter possibility of predicting genetic gains based on this characteristic. Altogether, these results provide information about pollen viability in commercial and superior genotypes of the guava crop used in this study, given that pollen-donor genotypes are reported to influence characteristics related to weight and fruit quality in this species. In addition, these genotypes showed good potential for cross-pollination, and can therefore be used as pollinators in orchards and crosses within breeding programs.

Keywords: Guava tree, pollen, plant breeding, genetic variability.

1. INTRODUCTION

The pollen represents an essential stage in the life cycle of plants, and its viability is crucial for their sexual reproduction (Gottardini et al., 2008), as it reflects the potential of the male gamete in the fertilization efficiency (Alexander, 1980). Knowledge about pollen viability is important for taxonomy, ecology and palynology, providing information on the reproductive biology and conservation of the species (Alexander, 1980; Souza et al., 2002; Usman et al., 2013). It is also critical in genetic breeding, in the routine use of artificial pollination (Nascimento et al., 2003; Munhoz et al., 2008); in pollen monitoring during storage; in evaluation of pollen germination after exposure to stresses; in analyses of dispersion and gene flow; and in studies of genetics and pollen-stigma interactions, incompatibility and fertility (Santos et al., 2007; Bauermann et al., 2009; Almeida et al., 2011; Balbinot et al., 2011; Soares et al., 2011; Cuchiara et al., 2012).

Viability of the pollen grain can be determined by methods of cytochemical staining, *in vitro* germination, *in vivo* germination, and percentage of effective fructification (Einhardt et al., 2006; Almeida et al., 2011). The staining methods provide rapid, low-cost results, with different dyes being commonly used (Techio et al., 2006), depending on the constitution and morphology of the pollen grain and properties of the dyes.

In allogamous species, the viability of pollen grains is an essential factor, as each grain represents a distinct combination of alleles as a result of the heterozygosity of the *loci*; it is suggested that the higher the pollen viability, the stronger the possibility of forming different allele combinations and, ultimately, achieving genetic variability (Souza et al., 2002). *Psidium guajava* L. (Myrtaceae), the guava tree, is a predominantly allogamous fruit tree widely grown in tropical regions that produces fruits of high nutritional and functional value (Nishima et al., 2013). In this species, losses of up to 39.5% have been reported in the production of fruits originated via self-pollination, attributed to self-incompatibility phenomena (Alves and Freitas, 2007).

In guava tree, Usman et al. (2013) reported influence of the pollen donor genotype on the traits fruit diameter and weight, total soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid content, and total and nonreducing sugar contents. This phenomenon is known as metaxenia, where the pollen donor genotype may influence the physical and

biochemical quality of the guava fruits (Usman et al., 2013). It has also been reported in apple (Bodor et al., 2008), blueberry (da-Silveira et al., 2011) and loquat crops (Xu et al., 2007). This observation suggests that it is possible to select pollinating genotypes in order to constitute a commercial orchard with the aim of increasing productivity and fruit quality. However, to achieve this it is necessary to understand more broadly the characteristic of pollen viability in the species.

In breeding programs, the orientation and guidance of the selection strategy to obtain superior genotypes, independently of the objectives and having or not pollinating functions, for instance, require understanding the genetic basis of the attribute in question. For this, it is necessary to carry out a genotype evaluation; obtain the variance components for the estimates of genetic parameters; and subsequently predict the genotypic values related to genetic control of the characteristic (Resende et al., 2008; Basso et al., 2009). This way, parameters such as heritability (h^2) and the variation index (ratio CV_g/CV_e) are estimated and used to direct the selection of genotypes. The REML/BLUP methodology is a robust approach used to estimate genetic parameters that considers various sources of variation from field experiments, being useful for unbalanced data and non-orthogonal designs. It allows unfolding the phenotypic variation into genetic, environmental and genotype x environment interaction components; comparing genotypes over time (generations, years) and space (locations, blocks); simultaneously correcting for the environmental effects, the estimation of variance components and the prediction of genetic values; and studying complex data structures (repeated measures, different years, locations and designs) (Resende et al., 2008).

In this work, we proposed evaluating the pollen viability of 22 *P. guajava* genotypes, as well as studying the control of this characteristic, through estimation of genetic parameters, at different production cycles and environments. For this purpose, widely known staining methods were used. This setup aimed to allow the estimation of genotypic values for pollen viability in guava.

2. RESULTS AND DISCUSSION

2.1 POLLEN VIABILITY

The three applied staining methods allowed differentiating between viable and non-viable pollen (Fig. 1), and presented correlations of 0.99 considering the data on the harvests of 2013 and 2014 together. Based on these results, only Alexander's solution was used in the evaluation of the 2015 harvest, as it enables easy distinction of pollen grains owing to the simultaneous action of the malachite green and the acid fuchsin. The former has affinity for cellulose, staining the cell wall green, while the latter colors the protoplasm. Non-viable pollen grains (without protoplasm) only acquire a green color (Alexander, 1980; Techio et al., 2006).

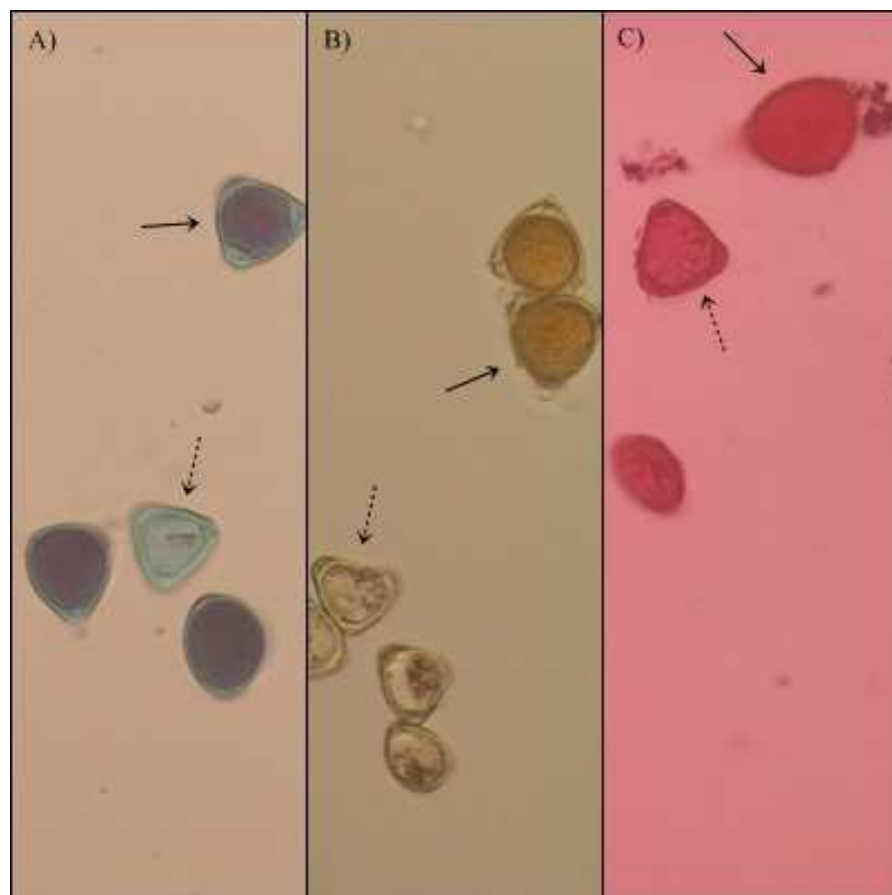


Figure 1. Viable (black arrows) and non-viable pollen (dotted arrows) of *Psidium guajava* L. by three staining methods: Alexander (A), Lugol (B) and Orcein (C).

The applied staining methods allowed verifying that the pollen grains of the 22 genotypes, at the different production cycles, exhibited preserved carbohydrate content, cell morphology, and chromatin and cytoplasm integrity (detected by orcein staining) (Vargas et al., 2009). The presence of starch was verified by staining with Lugol (Ge et al., 2011), and integrity of the protoplasm and cellulose of the pollen wall by Alexander's solution (Alexander 1980).

The 22 guava tree genotypes exhibited large amount of viable pollen, with 16 of them presenting mean pollen viability of more than 84%, a value considered high in this study (Table 1); an overall mean of 93.46% was obtained in the three harvests. In wild guava trees, pollen viability values between 73% and 99% have been reported using Lugol and acetic orcein (Coser, et al., 2012a). However, the present study is the first account of this feature being tracked across the first harvests of an orchard in establishment process; this way, important information is provided for the crop, as cross-pollination has been related as an important factor regarding productivity, with production losses occurring due to self-fertilization (Alves and Freitas, 2007). Moreover, the higher the viability rate in allogamous species, the higher the probability of producing different allele combinations, and of increased genetic variability (Souza et al., 2002).

The pollen viability of some genotypes differed between the harvests. The genotypes C3, C16, PS and PA presented lower values in the harvest of 2013, with occurrence of at least one plant without viable pollen. On the other hand, the genotypes CLG, CBLG and CRG had reduced pollen viability in the second harvest (2014), remaining lower for CLG in the harvest of 2015 (Fig. 2). Altogether, these genotypes present differential characteristics of fruits and seeds (Coser et al., 2012b, 2014). The genotype C3 has been described as presenting smaller fruit size, and the cultivars PA and PS large amount of seeds. The genotypes CLG, CBLG and CRG are characterized by presenting large fruits (Brasil, 2014), being largest in CLG (Coser et al., 2014). These results suggest that the pollen viability of guava tree may be related to characteristics of the fruits and seeds in the pollen donor genotype. For this crop, it has been reported in the literature that the pollen donor genotype may influence fruit size and quality, being possible to select pollen donor genotypes; further, it is suggested that the pollen source plays a key role in fruit development and maturity. However, causes of metaxenial effect still have to be further explored (Usman et al., 2013).

Table 1. Mean phenotype percentage of the pollen viability in 22 guava tree genotypes in three harvests, carried out by staining methods using Alexander's, Lugol or Orcein solutions.

Genotype	Alexander's			Lugol		Orcein	
	2013	2014	2015	2013	2014	2013	2014
CLG	98	82	84	99	84	99	81
CBLG	98	65	97	99	66	94	66
C5	98	98	99	99	99	99	99
CRM	98	99	98	99	99	100	99
C7	99	99	97	99	99	99	99
C9	99	99	96	99	99	99	99
C10	98	97	96	100	98	99	99
C11	98	99	99	98	99	99	100
C13	99	99	98	99	99	98	99
CRG	99	87	98	99	92	99	91
CSLG	98	98	95	97	99	99	98
C17	99	99	98	98	99	99	99
SXXI	98	99	98	99	99	99	99
C12	98	99	99	98	100	99	99
CLM	99	99	99	99	99	99	98
RO	96	99	97	98	98	97	98
CBRM	98	98	99	99	100	99	99
C3	49	97	99	50	99	49	99
C16	50	97	94	49	98	50	98
PST	32	95	96	32	96	32	97
PE	98	---	98	99	---	98	---
PA	66	---	98	66	---	66	---

Note: Phenotypic means not estimated due to loss of observations.

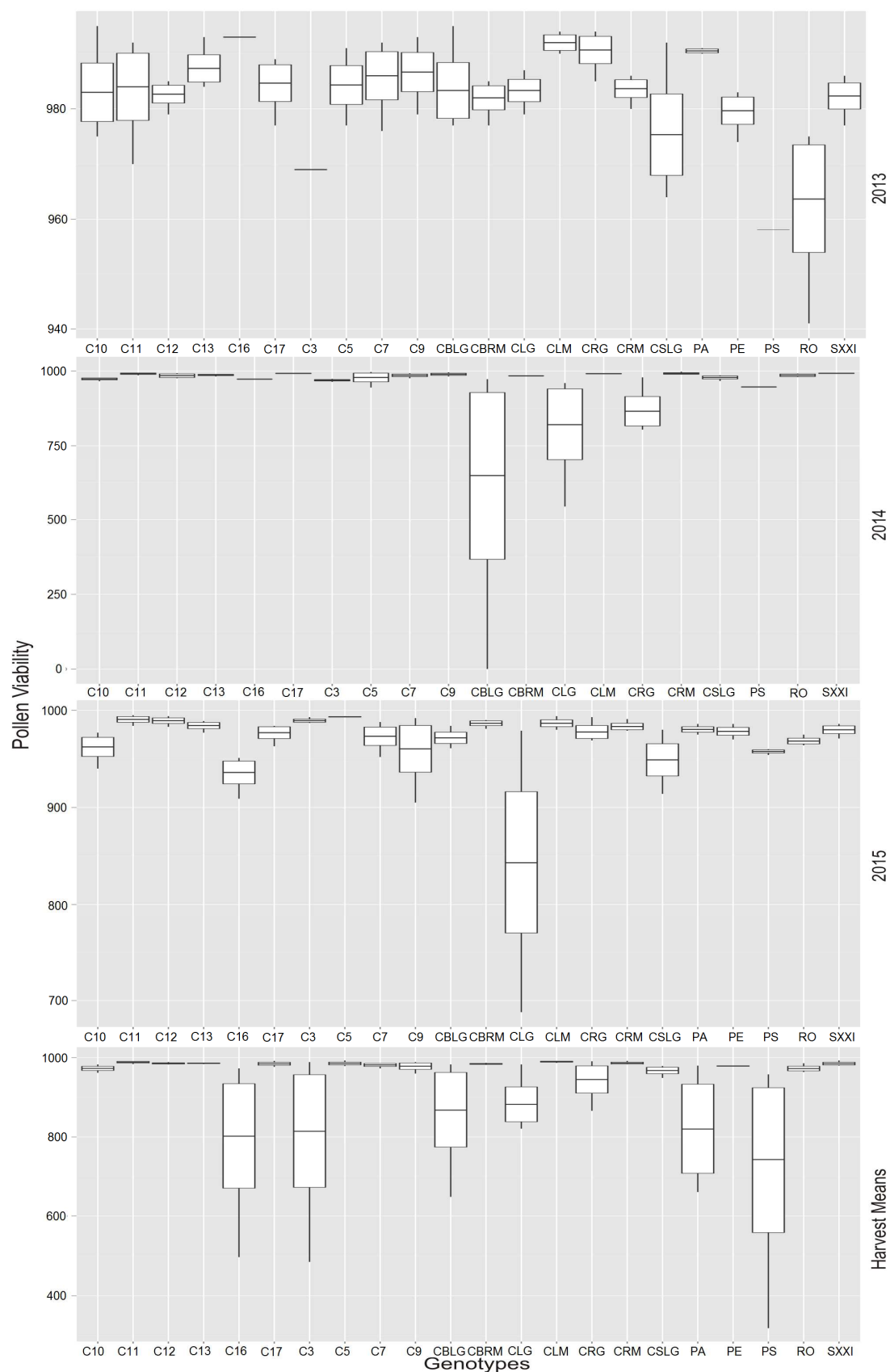


Figure 2. Graphic presenting the means, upper and lower limits and mean \pm standard deviation of the pollen viability for 22 guava tree genotypes, harvests of 2013, 2014 and 2015.

Some previously characterized Cortibel genotypes present molecular and morphological divergence of fruits in commercial cultivars, including Paluma (PA) and Pedro Sato (PS) (Gomes Filho et al., 2010; Coser et al., 2012b; 2014). In the present study, it was observed that these commercial genotypes (PS and PA, along with C3 and C16) showed greater variation in the first harvest with regards to pollen viability. The genotype C3 was also reported to have molecular similarity to PA and PS (Coser et al., 2012b). The Cortibel genotypes of large fruit demonstrated greater variation in the second (CLG, CBLG and CRG) and third (CLG and CSLG) harvests (Fig. 2). However, significant variation between genotypes was observed only in the harvest of 2015, in which all genotypes with 38-month-old plants presented high viability (above 84%), with the lowest values being found in some Cortibel genotypes. No significant variation was detected in the two harvests with younger genotypes. However, the five genotypes with highest values for viable pollen in the Mulamba and Mock rank were CRG, C13, C9, C7 and C17 in the harvest of 2013; and SXXI, C17, CRM, CLM and C9 in the harvest of 2014. The genotype C17 and C9 were classified among the best five in both harvests at the city of Mimoso do Sul. In the harvest of 2015, the five highest values for viable pollen were found in the genotypes C5, C11, C3, C12 and CLM. It was further observed that the genotype CLM was among the five highest values both in the harvest of 2014, in Mimoso do Sul, and in that of 2015 in Linhares. In joint analysis of the environments (Mimoso do Sul and Linhares) including the three harvests, only the genotype PS had less than 84% of pollen viability (Fig. 2).

Table 2. Likelihood ratio test for pollen viability in guava trees performed by staining methods using Alexander's, Lugol and Orcein solutions.

Analysis	Effects	Deviance	LRT	p-value (χ^2)
Alexander's Harvest 2013	Blocks	756.90 ⁺	0.00	0.96
	Genotypes	759.39 ⁺	2.49	0.12
	Complete model	756.90 ⁺⁺	---	---
Alexander's Harvest 2014	Blocks	566.763 ⁺	0.44	0.51
	Genotypes	566.432 ⁺	0.11	0.74
	Complete model	566.326 ⁺⁺	---	---
Lugol Harvest 2013	Blocks	757.75 ⁺	0.00	1.00
	Genotypes	760.16 ⁺	2.41	0.12
	Complete model	757.75 ⁺⁺	---	---
Lugol Harvest 2014	Blocks	563.27 ⁺	0.40	0.53
	Genotypes	562.91 ⁺	0.04	0.84
	Complete model	562.87 ⁺⁺	---	---
Orcein Harvest 2013	Blocks	757.71 ⁺	0.00	1.00
	Genotypes	760.10 ⁺	2.39	0.12
	Complete model	757.71 ⁺⁺	---	---
Orcein Harvest 2014	Blocks	564.07 ⁺	0.23	0.63
	Genotypes	564.01 ⁺	0.17	0.68
	Complete model	563.84 ⁺⁺	---	---

LRT – Likelihood ratio test; ⁺Deviance of the adjusted model without the referred effect; ⁺⁺Deviance of the complete adjusted model; p-value (χ^2) – value p estimated based on the probability distribution χ^2 with one degree of freedom.

2.2 GENETIC PARAMETERS

The effects of the interaction genotype x environment (Table 3) were significant at a p-value of 0.063, very close to the standard of 0.05. Moreover, observing the parameter of correlation between the genotypes' performances (r_{gsc}) across the environments, a p-value of 0.068 is verified (Table 4). This further indicates that the influence of the complex part of the interaction is only effective starting at this value, which was also very close to the standard of 0.05; therefore, the classification of the genotypes was not significantly altered in the different environments (Linhares and Mimoso do Sul). This fact is interesting because, in this work, the particularity exists that the genotypes were at different ages at the two locations, with the plants in Mimoso do Sul being nine months younger than those of Linhares.

Table 3. Likelihood ratio test for the pollen viability of guava trees by staining method using Alexander's solution.

Analysis	Effects	Deviance	LRT	p-value (χ^2)
Mimoso – ES 2013	Blocks	756.900 ⁺	0.002	0.963
	Genotypes	759.386 ⁺	2.488	0.115
	Complete model	756.898 ⁺⁺	---	---
Mimoso – ES 2014	Blocks	566.763 ⁺	0.438	0.508
	Genotypes	566.432 ⁺	0.107	0.744
	Complete model	566.326 ⁺⁺	---	---
Linhares – ES 2015	Genotypes	545.857 ⁺	5.741	0.017
	Complete model	540.116 ⁺⁺	---	---
Joint	Locations/Blocks	1462.199 ⁺	0.000	1.000
	Genotypes	1462.218 ⁺	0.019	0.890
	Genotypes x Locations	1465.656 ⁺	3.457	0.063
	Complete model	1462.199 ⁺⁺	---	---

LRT – Likelihood ratio test; ⁺Deviance of the adjusted model without the referred effect; ⁺⁺Deviance of the complete adjusted model; p-value (χ^2) – value p estimated based on the probability distribution χ^2 with one degree of freedom.

Regarding the estimates of parameters, the smallest genetic (σ_g^2), phenotypic and (σ_f^2) residual (σ_e^2) variances were found in the harvest of 2015 (38-month old plants), and the largest in the harvest of 2013 (19-month old plants) (Table 4). The mean heritability was smaller in the harvests of 2013 (0.479) and 2014 (0.126) in relation to 2015 (0.583), owing to the largest fraction of the phenotypic variation in Mimoso do Sul being associated to environmental variation. This result allowed establishing a slighter possibility of predicting genetic gains based only on this characteristic, due to the environmental changes influencing the phenotype (Resende and Duarte, 2007).

In guava trees, it has been observed that commercially important characteristics, such as yield, size and quality of the fruits, as well as some types of resistance to diseases, present moderate to low heritability, in the broad and narrow sense (Pelea et al., 2012; Thaipong and Boonprakop, 2005). In one review (NIMISHA et al., 2013), moderately high heritability in the narrow sense was reported for fruit length (44%) and contents of soluble solids (43%), and smaller heritability (32%) for fruit width, indicating that some characteristics present lower genetic control and higher environmental influence in the transmission of the trait compared to others.

The coefficient of genetic variation, as well as the heritability, is an important parameter in the prediction of genetic gains. For pollen viability, the genotypic coefficient of variation (CVg) was smaller than the environmental, indicating that there was greater influence of the environment compared to the genetic (Table 4). This way, in guava trees the pollen viability may suffer strong influence from the environment.

Still in the context of genotype evaluation, one of the most important statistical parameters is the selective accuracy, which refers to the correlation between the true genotypic value of the genetic material and that predicted based on information from field experiments. Therefore, the accuracy depends on the heritability and repeatability of the trait, the amount and quality of the information, and on the procedures used to predict the genetic values (Resende et al., 2008). In this work, the accuracy was calculated based on the parameters genetic CV (CVg), experimental CV (CVe) and number of repetitions. The accuracy (r_{ss}) of this work reached 69.2% in the harvest of 2013, 35.5% in that of 2014, and 76.4% in the harvest of 2015 (Table 4). The accuracy is considered high for values $\geq 70\%$, moderate for values $\geq 50\%$, and low if $< 50\%$ (Resende, 2008). It is demonstrated that the accuracy was high in the harvest of 2015 in

Linhares; it was low in the harvest of 2014 and moderate in that of 2013 in Mimoso do Sul, showing that the environmental variation within an experiment affected the prediction of genetic values for a certain characteristic.

Table 4. Estimates of genetic parameters for the pollen viability in guava trees.

Parameter Estimations	Mimoso 2013	Mimoso 2014	Linhares 2015	Joint
σ_B^{2*}	107.789	1026.824	---	14.842
σ_E^2	17058.809	1018.044	585.102	601.553
$\sigma_{E \times l}^2$	---	---	---	8298.148
σ_E^2	55693.641	21155.984	1254.291	27681.708
σ_F^2	72860.238	23200.852	1839.392	36596.252
\hat{h}_E^2	0.234	0.044	0.318	0.016
\hat{h}_E^2	0.479	0.126	0.583	0.052
\hat{r}_{EE}	0.692	0.355	0.764	0.227
CVg (%)	14.507	3.359	2.496	2.624
CVe (%)	26.212	15.313	3.655	17.802
CVr	0.553	0.219	0.683	0.147
\hat{r}_{gloc}	---	---	---	0.068
$\hat{\mu}_{overall}$	900.317	949.859	969.030	934.593

σ_B^{2*} – Variance between the blocks in the individual analyses or variance between blocks across environments in the joint analysis; σ_E^2 – Genetic variance; $\sigma_{E \times l}^2$ – Variance of the interaction genotypes x locations; σ_E^2 – Residual variance; σ_F^2 – Phenotypic variance; \hat{h}_E^2 – Broad-sense genetic heritability; \hat{h}_E^2 – Mean genetic heritability; \hat{r}_{EE} – Selective accuracy of genotypes; CVg (%) – Genetic coefficient of variation; CVe (%) – Experimental coefficient of variation; CVr – Relative coefficient of variation; \hat{r}_{gloc} – Correlation of the genotypes across environments; $\hat{\mu}_{overall}$ – Estimate of the overall mean.

The low correlation value of the genotypes between the environments ($r_{gloc} = 6.8\%$) indicates that the alteration in pollen viability occurring in one environment will not necessarily occur in other environments for the same genotypes. The highest CVr (relation between CVg and CVe) was obtained for the data from Linhares (0.683), inferior to the one (Table 4), which indicates large environmental effect. The low magnitude of r_{gloc} (6.8%) demonstrates high influence of the interaction genotype x environment, which causes lack of correlation between the performance of the genotypes in the tested environments. In these cases, greater influence of the complex interaction becomes evident, indicating that the classification of the genetic materials on the environments will not necessarily be the same (Bastos et al., 2007). The CVr estimated for the individual and joint analyses were inferior to the one (Table 4), meaning that the environmental variability outstripped the genetic variability, which constituted in these cases the greatest difficulty for identifying the superior materials (Vencovsky and Barriga, 1992).

The highest estimate for the overall mean ($\bar{\mu}_{overall}$) of pollen viability in guava trees was 96.9%, in the genotypes of the 2015 harvest. Yet, considering all the performed evaluations, it corresponded to an overall value of 93.46%, showing that the studied guava tree genotypes had good cross-pollination potential to be used as pollinators in orchards and in crossings within breeding programs (Table 4). Fertilization efficiency is crucial for the success of genetic breeding, being related to pollen viability (Souza et al., 2002). Therefore, pollen viability can be considered an additional parameter when choosing genotypes in the selection of parents.

Pollen viability in guava trees is high and strongly influenced by the environment in the first harvests. The heritability for pollen viability in guava tree is medium to low, leading to a slighter possibility of predicting genetic gains based on this characteristic, as environmental changes considerably influence the phenotype during initial harvests.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1 PLANT MATERIALS AND EXPERIMENTAL DESIGN

For greater reliability regarding the pollen viability of guava, in this study the plant samples were collected in two orchards at different environments (cities of Mimoso do Sul and Linhares). Each orchard was installed, in a field experimental design, as a randomized block design with three replications and two plants per plot in each environment. Spacing of 6 m between rows and 4 m between plants was adopted. The studied genotypes included 12 commercial and ten improved ones, as described in Supl. Table 1. The commercial genotypes were: Cortibel LG, Cortibel LM, Cortibel Branca LG, Cortibel RM, Cortibel Branca RM, Cortibel RG, Cortibel SLG – described as C1, C2, C4, C6, C8, C14 and C15, respectively; Paluma – PA; Pedro Sato – PS; Petri – PE; Roxa – RO; and Século XXI – SXXI. The improved genotypes were denominated Cortibel C3, C5, C7, C9, C10, C11, C12, C13, C16 and C17, after the cross-pollination orchard of same name (Cortibel) where they were selected in the state of Espírito Santo (ES, Brazil). The plants in the two environments received the same crop conduction aiming at fruit production. One environment was located in the South of Espírito Santo (Rural Community of Palmeira – Mimoso do Sul), at latitude 21° 01' 12.99" S, longitude 41° 17' 13.48" W and elevation of 250 meters. The second environment was located in the North of Espírito Santo (Production Farm of Frucafé – Linhares), at latitude 19° 23' 27 "S, longitude 41° 04' 17" W and altitude of 30 meters.

3.2 HARVEST PROCEDURE AND TIMES

The collections were accomplished in two production cycles in the years 2013 and 2014, after the first and the second fructification pruning, respectively, in experimental orchard installed in the South of the state of Espírito Santo (ES), city of Mimoso do Sul – Brazil (250 m of altitude). The first collection was performed in October 2013, the second in March 2014 (19- and 24-month-old plants, respectively).

After analysis of these results, a new collection was carried out in the city of Linhares, in the North of ES (38 m of altitude) in February 2015, after the third fructification pruning (38-month-old plants).

3.3 FLOWER COLLECTION AND MEASUREMENT OF POLLEN TRAITS

Flower buds in pre-anthesis stage were collected from 22 guava genotypes in the two orchards. The collected buds were fixed in ethanol: acetic acid (3:1) and stored at – 20°C until performance of the analyses. For preparation of the slides, five anthers obtained from the flower buds were transversely sectioned and immersed in hydrochloric acid solution (5N HCl) for 3 minutes. Subsequently, the hydrochloric acid was removed with filter paper and a dye was applied, for 10 min, while the anthers were shredded. Three different dyes were used: 2% Acetic Orcein, to verify chromatin and cytoplasm integrity (Vargas et al., 2009); 2% Lugol, which indicates the presence of starch (Ge et al., 2011); and Alexander's solution, containing acid fuchsin and malachite green, which react with the protoplasm and the cellulose of the pollen wall, respectively (Alexander 1980). The pollen grains removed from the flower buds of the 2013 and 2014 harvests were stained with Alexander's, 2% Acetic Orcein and 2% Lugol solutions. Based on the results obtained with the three dyes, and after verification of the statistical similarity between them, it was decided to use only Alexander's solution for the samples of the 2015 harvest.

The pollen grains were classified according to size, morphology and staining capacity using the screening method, until a total of 1,000 pollen grains per slide (genotype) was reached. Pollen grains with regular shape, darker coloration and larger size were considered viable. Grains with irregular shape, weak or no coloration and smaller size were classified as non-viable. For the harvests of 2013 and 2014, considering 3 dyes × 3 blocks, a total of 9,000 pollen grains were evaluated per genotype. For the harvest of 2015, as only one dye was used, a total of 3,000 pollen grains per genotype was analyzed. The analyses were carried out with an Olympus microscope and 40× objective lens.

3.4 STATISTICAL ANALYSIS

Statistical analysis of the data was performed using linear mixed models to obtain the estimates for the variance components and genetic parameters, by the method of restricted maximum likelihood (REML) via EM algorithm (Dempster et al., 1977), following the model $y = Xu + Zg + Wb + \varepsilon$. The data obtained at the harvest of 2015 were analyzed according to the model $y = Xr + Zg + \varepsilon$. Joint analysis of the harvests was performed using the model $y = Xl + Zg + Wl/b + Ti + \varepsilon$. In these models, y is the data vector, u is the fixed overall mean, r is the vector of fixed repetition effects added to the overall mean, l is the vector of fixed location effects added to the overall mean, g is the vector of the random genotypic effects, b is the vector of random block effects, l/b is the vector of the block effects within the random locations, i is the vector of the random effects of the genotype x environment interaction, and ε is the vector of errors or random residues. The capital letters represent the incidence matrices for the referred effects. Based on the described models, the deviances ($-2\ln L$) were estimated for performance of the likelihood ratio test (LRT), aiming to verify the significance of the random effects of the used models.

The comparison between dyes was accomplished by Wald's test via F statistics with the model $y = Xc + Zg + Wb + Pi + \varepsilon$ in each harvest, where: c : fixed effects of the dyes, g : random effects of the genotypes, b : random effects of the blocks, and i : random effects of the interaction between dyes and genotypes. The genetic and phenotypic correlations were obtained for the evaluated genotypes with the different staining methods. All analyses were carried out with the computational application R (R Team, 2015) and the program SELEGEM-REML/BLUP (Resende, 2002).

4. CONCLUSION

The pollen viability in orchards of guava trees is high and influenced by the environment in the first harvests. The heritability for pollen viability in guava tree is medium to low, leading to a slighter possibility of predicting genetic gains based on this characteristic, as environmental changes considerably influence the phenotype during initial harvests. These results provide information about the pollen viability in commercial and superior genotypes of the guava crops used in this study, which showed

good potential for cross- pollination and which can be used as pollinators in orchards and crosses within breeding programs.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), the Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) and the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for financial support. We thank the producers Erli, José Cláudio and Francisco for field support in the experimental realization.

6. REFERENCES

- Alexander MP (1980) A versatile stain for pollen, fungi, yeast and bacteria. *Stain Technol.* 55(1):13-18.
- Almeida C, Amaral AL, Barbosa Neto JF, Sereno MJCM (2011) Conservação e germinação *in vitro* de pólen de milho (*Zea mays* subsp. *mays*). *Rev Bras Bot.* 34(4):493-497.
- Alves JE, Freitas BM (2007) Requerimentos de polinização da goiabeira. *Cienc Rural.* 37(5):1281-1286.
- Basso KC, Resende RMS, Valle CB, Gonçalves MC, Lempp B (2009) Avaliação de acessos de *Brachiaria brizantha* Stapf e estimativas de parâmetros genéticos para caracteres agrônômicos. *Acta Sci-Agron.* 31(1):17-22.
- Bastos IT, Barbosa MHP, Resende MDV, Peternelli LA, Silveira LCI, Donda LR, Fortunato AA, Costa PMA, Figueredo ICR (2007) Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. **Pesq Agropec Trop.** 37:195-203.
- Bauermann SG, Evaldt ACP, Branco SC (2009) Atlas de pólen e esporos do vale do rio Caí, RS, Brasil. *Rev Arvore.* 33(5):895-905.
- Bodor P, Gaál M, Tóth M (2008) Metaxenia in apples cv. 'rewena', 'relinda', 'baujade' as influenced by scab resistant pollinizers. *Int J Horti Sci.* 14:11-14.
- Coser SM, Ferreira MFS, Ferreira A, Mitre LK, Carvalho CR, Carindo WR (2012b) Assessment of genetic diversity in *Psidium guajava* L. using different approaches. *Sci Horti-Amsterdam.* 148:223-229.
- Coser SM, Ferreira MFS, Ferreira A, Saraiva SH (2014) Diversidade genética de seleções de goiabeiras cortibel. *Rev Bras Frutic.* 36(2):391-399.

Coser SM, Fontes MMP, Ferreira MFS (2012a) Assessment of pollen viability in guava genotypes. *Acta Hortic.* 959:141-144.

Cuchiara CC, Silva DAS, Brobowski VL (2012) Conservação de grãos de pólen de mamoneira a baixas temperaturas. *Rev Ceres.* 59(1):82-87.

Dempster AP, Laird NM, Rubin DB (1977) Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *J R Stat Soc.* 39(1):1-38.

Einhardt PM, Correa ER, Raseira MCB (2006) Comparação entre métodos para testar a viabilidade de pólen de pessegueiro. *Rev Bras Frutic.* 28(1):5-7.

Ge Y, Fu C, Bhandari H, Bouton J, Brummer EC, Wang ZY (2011) Pollen viability and longevity of switchgrass (*Panicum virgatum* L.). *Crop Sci.* 51:2698-2705.

Gomes Filho A, Oliveira JG, Viana AP, Siqueira APO, Oliveira MG, Pereira MG (2010) Marcadores moleculares RAPD e descritores morfológicos na avaliação da diversidade genética de goiabeiras (*Psidium guajava* L.). *Acta Sci-Agron.* 32(4):627-633.

Gottardini E, Cristofori A, Cristofolini F, Maccherine S, Ferretti M (2008) Ambient levels of nitrogen dioxide (NO₂) may reduce pollen viability in Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) trees – correlative evidence from a field study. *Sci Total Environ.* 402(2-3):299-305.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Registro nacional de cultivares – RNC. Brasil (2014). Available at: <http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Accessed on October 13, 2015.

Munhoz M, Luz CFP, Meissner Filho PE, Barth OM, Reinert F (2008) Viabilidade polínica de *Carica papaya* L.: uma comparação metodológica. *Rev Bras Bot.* 31(2):209-214.

Nascimento WM, Torres AC, Lima LB (2003) Pollen viability in hybrid seed production off eggplant under tropical conditions. *Acta Hort.* 607:37-39.

NIMISHA S, Kherwar D, Ajay KM, Singh B, Usha K (2013) Molecular breeding to improve guava (*Psidium guajava* L.): current status and future prospective. *Sci Hortic-Amsterdam*. 164:578-588.

Pelea LP, González AS, Medina NNR, Herrero JVI, Fernández AB, Pommer C (2012) Heritability estimates of guava (*Psidium guajava* L.) agricultural important characters evaluated in three populations. *Acta Hort.* 959:117-123.

Resende MDV (2002) Software SELEGEM-REML/BLUP. Colombo: Embrapa Florestas, 67p. (Embrapa Florestas, Documents 77).

Resende MDV, Duarte JB (2007) Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesq Agropec Trop.** 37(3):182-194.

Resende MDV, Resende RMS, Jank L, Valle CB (2008) Experimentação e análise estatística no melhoramento de forrageiras. In: Resende RMS, Valle CB, Jank L. Melhoramento de forrageiras tropicais. Embrapa, Campo Grande, pp. 117-159.

Santos KL, Lenze M, Caprestano CA, Dantas ACM, Ducroquet JPHJ, Nodari RO, Orth AI, Guerra MP (2007) Evidência da atuação do sistema de auto-incompatibilidade tardia em *Acca sellowiana* (Berg)urret (Myrtaceae). *Rev Bras Frutic.* 29:120-123.

Silveira TMT, Raseira MCB, Nava DE, Couto M (2011) Blueberry pollination in southern Brazil and their influence on fruit quality. *Rev Bras Frutic.* 33:81-88.

Soares TL, Souza EH, Rossi ML, Souza FDG (2011) Morfologia e viabilidade de grãos de pólen de acessos silvestres de abacaxi. *Cienc Rural.* 41:1744-1749.

Souza MM, Pereira TNS, Martins ER (2002) Microsporogênese e microgametogênese associadas ao tamanho do botão floral e da antera e viabilidade polínica em maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). Cienc Agrotec. 26(6):1209-1217.

Team RCR (2015) A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. Available at: <<http://www.R-project.org/>>. Accessed on May 20, 2015.

Techio VH, Davide LC, Pedrozo CA, Pereira AV (2006) Viabilidade do grão de pólen de acessos de capim-elefante, milheto e híbridos interespecíficos (capim elefante x milheto). Acta Sci-Biol Sci. 28(1):7-12.

Thaipong K, Boonprakob U (2005) Genetic and environmental variance components in guava fruit qualities. Sci Hortic-Amsterdam. 104:37-47.

Usman M, Samad WA, Fatima B, Shah MH (2013) Pollen parent enhances fruit size and quality in intervarietal crosses in guava (*Psidium guajava* L.). Int J Agric Biol Eng. 15(1):125-129.

Vargas DP, Souza SAM, Anjos e Silva SD, Bobrowski VL (2009) Análise dos grãos de pólen de diferentes cultivares de mamona (*Ricinus communis* L., *Euphorbiaceae*): conservação e viabilidade. Arq Inst Biol. 76(1):115-120.

Vencovsky R, Barriga P (1992) Genética biométrica no fitomelhoramento. Sociedade Brasileira de Genética. p. 486.

Xu JH, Cheng CZ, Zhang LM, Zhang ZH, Xu YJ, Zheng SQ (2007) Pollen parent effects on fruit quality of 'Jiefangzhong' loquat. Acta Hortic. 750:361-366.

7. SUPPLEMENT.

Table 1. Description of genotypes studied.

Genotype	Abbreviation	Type	Source in the Espírito Santo State
Cortibel LG	CLG	Commercial	Frucafé – Linhares
Cortibel LM	CLM	Commercial	Frucafé – Linhares
Cortibel Branca LG	CBLG	Commercial	Frucafé – Linhares
Cortibel RM	CRM	Commercial	Frucafé – Linhares
Cortibel Branca RM	CBRM	Commercial	Frucafé – Linhares
Cortibel RG	CRG	Commercial	Frucafé – Linhares
Cortibel SLG	CSLG	Commercial	Frucafé – Linhares
Paluma	PA	Commercial	Frucafé – Linhares
Pedro Sato	PS	Commercial	Frucafé – Linhares
Petri	PE	Commercial	Frucafé – Linhares
Roxa	RO	Commercial	Frucafé – Linhares
Século XXI	SXXI	Commercial	Frucafé – Linhares
Cortibel 3	C3	Selection	Santa Tereza
Cortibel 5	C5	Selection	Santa Tereza
Cortibel 7	C7	Selection	Santa Tereza
Cortibel 9	C9	Selection	Santa Tereza
Cortibel 10	C10	Selection	Santa Tereza
Cortibel 11	C11	Selection	Santa Tereza
Cortibel 12	C12	Selection	Santa Tereza
Cortibel 13	C13	Selection	Santa Tereza
Cortibel 16	C16	Selection	Santa Tereza
Cortibel 17	C17	Selection	Santa Tereza

CONCLUSÕES GERAIS

Há diversidade nas fases vegetativa e reprodutiva, e a ocorrência de patógenos e pragas é variável para os 22 genótipos de goiabeira, possibilitando o uso destes genótipos em programas de melhoramento.

A diversidade existente nas fases vegetativa e reprodutiva é variável para os genótipos de goiabeiras estudados, possibilitando o uso destes genótipos em programas de melhoramento. As maiores variações entre os genótipos são na fase reprodutiva quando comparada a vegetativa.

A diversidade genética avaliada por marcadores moleculares contribui na identificação de similaridades de padrões genéticos e morfológicos. Os genótipos Cortibel 7 e Cortibel 8 são os mais similares geneticamente e morfolologicamente.

A época de poda influencia no comportamento dos genótipos quanto aos caracteres vegetativos, reprodutivos e relacionados a ocorrência de patógenos e pragas em campo. A poda realizada no verão favorece um menor ciclo de produção e um menor ciclo vegetativo. A poda realizada no inverno reduz a ocorrência de patógeno e pragas em campo.

O estudo da diversidade nas fases vegetativas e reprodutivas e relacionada a patógenos e pragas permite identificar genótipos superiores. O genótipo Cortibel 8 tem curto ciclo de florescimento, os frutos são grandes independente da época de podas. O genótipo Cortibel 11 apresenta maior possibilidade de resistência a patógenos e pragas em campo. O genótipo Cortibel 14 tem um menor reestabelecimento vegetativo após a poda, podendo ser uma alternativa para produtores que visam adensamento de plantio. A cultivar Século XXI, apresenta elevado número de frutos de tamanho mediano independente da época de poda.

A diversidade genética avaliada por marcadores moleculares contribui na observação de similaridades quanto aos padrões genéticos e morfológicos.

A alta viabilidade do pólen em goiabeiras é influenciada pelo ambiente nas primeiras safras. A herdabilidade para esta característica é baixa, diminuindo a possibilidade de predição de ganhos genéticos baseados nesta característica.